С.П. Тимошенко

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ КОМБИНАТ ВИНИТИ
Люберцы – 1997

Степан Прокофьевич ТИМОШЕНКО

(1878-1972)

С. П. ТИМОШЕНКО

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

Перевод с английского *В. И. Иванова-Дятлова* под редакцией члена-корреспондента
Российской Академии Архитектуры и Строительных Наук профессора
Н. Н. Шапошникова

Предисловие члена-корреспондента Российской Академии Наук
профессора *В. Н. Луканина*

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ КОМБИНАТ ВИНИТИ

ЛЮБЕРЦЫ—1997

S. TIMOSHENKO
Professor Emeritus of Applied Mechanics Stanford University

ENGINEERING EDUCATION IN RUSSIA

Mc GRAW-HILL Book Company, Inc.
New York Toronto London

1959

Тимошенко С. П. Инженерное образование в России. Перевод с английского В. И. Иванова-Дятлова под редакцией Н. Н. Шапошникова, предисловие В. Н. Луканина

Люберцы: ПИК ВИНИТИ, 1997 .— 84 с.

С. П. Тимошенко (1878-1972) — один из крупнейших ученых-механиков XX века, до революции — профессор ряда ведущих учебных заведений России, а с 1922 г. — США, куда он эмигрировал во время гражданской войны. Книга написана для американцев по материалам поездки автора в Россию в 1958 году.

После краткого очерка истории российской науки и инженерного образования автор обращается к анализу системы образования в России 20-50-х годов XX века и ее сравнению с американской системой, отдавая безусловное предпочтение российской системе образования как предоставляющей более серьезную подготовку. В СССР книга находилась в спецхране, и на русском языке публикуется впервые.

Для всех интересующихся проблемами отечественной науки и образования.

В дополнительном тираже исправлены замеченные погрешности перевода.

© Перевод с англ., ПИК ВИНИТИ, 1996
© Перевод с англ., ПИК ВИНИТИ, 1997 с исправлениями

Предисловие к русскому изданию

Степан Прокофьевич Тимошенко (1878-1972) — всемирно известный ученый в области прикладной механики, член многих национальных Академий, иностранный член АН СССР, почетный профессор многих крупнейших университетов мира. Родился на Украине. В 1901 году окончил Петербургский институт инженеров путей сообщения. В 1906 году стал профессором Киевского, затем — Петербургского политехнического и некоторых других российских институтов. В 1920 году покинул Россию, и с 1922 г. жил в США*.

Свою научную деятельность, в основном связанную с важнейшими проблемами расчетов на прочность, постоянно совмещал с преподаванием в различных высших учебных заведениях России, а затем — Европы и Америки, поэтому наибольшую известность получили его учебники по сопротивлению материалов, теории упругости, теории колебаний, теории устойчивости и многим другим разделам механики твердых деформируемых тел, изданные в большинстве стран мира, в том числе и в нашей стране, и до сих пор являющиеся настольными книгами инженера. О признании заслуг Тимошенко в Америке говорит, например, тот факт, что в 1957 году Американское общество инженеров-механиков учредило медаль имени Тимошенко (при его жизни), и первым награжденным этой медалью был сам Тимошенко.

---

*Биографии С. П. Тимошенко и воспоминаниям о нем посвящены книги:
Писаренко Г. С. Степан Прокофьевич Тимощенко.— М.: "Наука", 1991 (первоначально книга вышла в 1979 г. в Киеве на украинском языке, в издательстве "Наукова думка"), Григолюк Э. И. Степан Прокофьевич Тимошенко (1878-1972).— М.: изд-во МГУ, 1977 (содержит наиболее полную библиографию) и Филин А. П. Пять часов в обществе классика науки.— СПб.: Петербургский гос. университет путей сообщения, 1993.

Расцвет научной деятельности Тимошенко приходится на годы его жизни в России, на период "между двух революций", который сейчас принято называть "Серебряным веком" русской литературы. По отношению к достижениям в науке и технике России того времени подходящего названия не принято, но успехи страны в этих областях были также чрезвычайно велики.

Это время в России связано с изобретением радио, окончанием строительства Транссибирской магистрали, постройкой ледоколов и началом освоения Арктики, постройкой мощных аэропланов (вспомним аэропланы Сикорского) и т. д. В это время в России работают крупнейшие математики, фиики, химики, биологи, великие ученые в области механики А.Н. Крылов, И.Г. Бубнов, Н.Е. Жуковский, Б.Г. Галеркин, С.А. Чаплыгин, С.П. Тимошенко и другие.

Большинство работ С.П. Тимошенко было вызвано практикой расчета новых конструкций, и разработанные им методы во многом способствовали их совершенствованию. Тимошенко первым среди инженеров понял значение методов, которые получили название энергетических. Если так можно выразиться, "под знаком" этих методов прошло развитие механики всего XX века.

Его статьи, напечатанные на разных языках, собраны и изданы у нас в виде трех сборников*. Большая часть этих работ вошла в переработанном виде в его учебники. Работам Тимошенко — будь то учебник, монография или статья, свойственен стиль — от частного к общему, от инженерной задачи — к простой и наглядной математической формулировке, доступной инженеру и допускающей широкие обобщения — так развивалась мысль самого ученого. Поэтому чтение его учебников и статей способствует развитию инженерной интуиции, и не случайно многие из его работ послужили основой целых научных направлений. Приходится сожалеть, что до сих пор не переведены на русский язык некоторые его учебники и

---

*Тимошенко С. П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек.—М.: "Наука" , 1971; Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций.— М.: "Наука", 1975; Тимошенко С. П. Статические и динамические проблемы теории упругости.— Киев: "Наукова думка", 1975. Все три книги — под редакцией чл.-корр. АН СССР Э.И. Григолюка. Там же — списки трудов и краткие очерки жизни и творчества.

монографии*. Надо надеяться, что до российского читателя дойдут его замечательные "Воспоминания", изданные в Киеве в 1993 году, — классика мемуарной литературы.

В 1958 году С.П. Тимошенко посетил СССР для изучения системы образования. Поводом к этому послужил запуск первого искусственного спутника Земли, который произвел шоковое впечатление в США и вызвал резкий подъем интереса к российской науке и культуре. Предлагаемая брошюра — результат этой поездки. Тимошенко, сам много сделавший для развития нашей системы образования, считал, что такой успех российской науки не случаен. С позиций человека, в течение 50 с лишним лет непрерывно преподававшего в учебных заведениях, Тимошенко сравнивает системы образования, с одной стороны, России дореволюционной и послереволюционной, а с другой — США и отчасти — Западной Европы, являясь одним из немногих людей, знавших эти системы не понаслышке.

К сожалению, эта книга с 1959 года была у нас засекречена и пролежала в спецхране Ленинской библиотеки до недавнего времени. В России она публикуется впервые. Вне зависимости от своих политических убеждений автор в этой книге анализирует изменения, происшедшие в России в XX веке, не скрывая недостатков советской системы, и в то же время указывая на ее бесспорные преимущества, и заставляя современного читателя задуматься над такими извечными проблемами высшего инженерного образования, как его цели и задачи, профилизация вуза, соотношение специальной и общетеоретической подготовки и т. д., будучи убежденным, что, несмотря на все эксперименты и ошибки, принципы, заложенные в систему российского образования, были верными.

Книга и сейчас напоминает нам о том, что весь мир изучал нашу систему образования, и нам иногда не вредно поучиться у самих себя. Она напоминает и об истории нашего инженерного образования, насчитывающей почти 300 лет, и о бесценном опыте, связанном с многовековой традицией передачи знаний из поколения в поколение, который есть основное достояние народа, и который мы подчас воспринимаем как

---

* Timoshenko S., Young D. Advanced Dynamics.—N. Y.:McGraw-Hill, Book Co., 1948; Timoshenko S., Gere J. Theory of Elastic Stability 2-nd ed.— N. Y.: McGraw-Hill Book Co., 1961; Timoshenko S., Young D. Theory of Structures, 2-nd ed.—N. Y.: McGraw-Hill, Book Co., 1965.

само собой разумеющееся, а по-настоящему познаем лишь в сравнении. Чтобы стать таким достоянием, этот опыт прошел через многократные "отрицания отрицания", и одно из таких явлений в области инженерного образования мы имеем сейчас.

При чтении этой книги не следует забывать, что она в первую очередь написана для американцев, хотя это и не бесспорно. Нам она интересна как взгляд "оттуда" даже на те факты, которые нам, казалось бы, хорошо известны и, к сожалению, не воспринимаются как результат деятельности многих поколений отечественных ученых, педагогов и мыслителей, чей нравственный и интеллектуальный потенциал позволил российской науке и образованию снискать высочайшее признание как в своей стране, так и во всем цивилизованном мире. В наше время, когда инженерное образование в России находится не в лучшем периоде своего развития, книга указывает на то, что такие периоды уже были, и что культурный слой, составляющий корпус инженеров России и являющийся одним из важнейших ее завоеваний, представляет собой очень мощную и квалифицированную часть народа, способную к развитию и самооценке, и это позволяет надеяться на то, что в российском инженерном образовании возможны перемены к лучшему.

Что же происходит сегодня в высшей школе? Утрачена ли та самобытность и высокие качества российской высшей школы, которые были ей присущи? Думаю, что нет, хотя есть многие действия, которые разрушают российскую высшую школу, причем происходит это зачастую под знаком реформирования и придания высшей школе новых качеств.

Достижением высшей школы России всегда был мощный преподавательский состав. В период уже после посещения России проф. С.П. Тимошенко были сделаны шаги для развития деятельных начал в высшей школе современной России, которые нашли наиболее яркое выражение в создании и организации учебно-методических объединений. Здесь, в известной мере, нашел отражение отраслевой принцип функционирования высшей школы России. В каждом таком центре начали действовать по существу научные школы, которые были возглавлены крупными учеными, именно они обеспечили формирование принципов математической, физической, общеинженерной, электротехнической, энергетической, технологической, информационной, специальной и других видов подготовки. Эти принципы были достаточно общими, но отличались

в частностях, от школы к школе. Естественно, это привело к подтягиванию вузов, повышению уровня подготовки специалистов.

В условиях страны, при большом числе регионов, такое решение помогало избежать как излишней абстракции, так и узкой специализации, т. е. готовить специалистов, нужных той или иной отрасли народного хозяйства, и в то же время имеющих достаточно широкую подготовку, чтобы при необходимости изменять профиль своей работы и находить свое место в другой области деятельности, подчас далекой от специальности, полученной в институте. Эта особенность, оправдавшаяся в течение многих десятилетий и заслужившая мировое признание, особенно актуальна в наши дни. Она может быть названа основной чертой, основным принципом российской высшей школы, одним из ярчайших представителей которой был сам Тимошенко.

Для того, чтобы обеспечить должный уровень подготовки в современных условиях и сохранить свое лицо, отраслевые вузы, многие из которых когда-то, как отмечает автор, отделились от политехнических, в свою очередь сами стали приобретать черты политехнических институтов, а иногда — преобразовываться в технические университеты и академии, укрепляя в то же время связь с отраслью, соответствующей основному профилю.

Сейчас отраслевой принцип построения высшей технической школы ушел в прошлое вместе с отраслевыми министерствами. На первый план выдвигается региональный принцип построения и взаимодействия вузов. Только будущее покажет жизнеспособность таких изменений. Это сиюминутный штрих нашей ситуации, но последствия таких шагов могут носить очень глубокий характер.

Ностальгические мотивы, которые навевает настоящая книга, оценки сегодняшнего состояния высшей школы России, их сравнение во времени с учетом всех привходящих обстоятельств, которые диктуются внешней средой, пожалуй, должны привести нас к одному выводу: нельзя отрицать прошлое, прошлые достижения лучше дополнять новыми мотивами, чем резко переходить на новые принципы построения высшего образования, тем более, что эта новизна в ряде случаев кажущаяся.

Член-корреспондент РАН *В. Н. Луканин*

Предисловие автора

Русская система инженерного образования вызывает значительный интерес в Соединенных Штатах. За последнее время опубликован целый ряд статей и книг по этому вопросу, собран большой статистический материал.

В этой брошюре я хотел дать краткую историю развития русского инженерного образования и рассказать о его современном состоянии. Мои описания основаны на впечатлениях, полученных во время поездки в Россию в 1958 году, и моих собственных знаниях системы образования в России в дореволюционное время. При написании этой работы в своем распоряжении я имел полное собрание учебных планов (1958) всех русских инженерных учебных заведений, программы по многим предметам, преподаваемым в этих учебных заведениях, и русские учебники по многим разделам математики и механики.

Мое впечатление состоит в том, что в принципе, Россия почти полностью вернулась к образовательной системе, которая существовала перед коммунистической революцией. Традиции старой школы оказались очень сильными, и с помощью остатков старых преподавательских кадров было возможно привести в порядок инженерное образование, разрушенное во время революции.

В настоящее время Россия имеет большое количество инженерных учебных заведений с компетентными преподавательскими кадрами и достаточным оборудованием, что дает возможность будущим инженерам в процессе обучения получить необходимые знания. Разработаны особые программы подготовки инженеров-исследователей, а учебные специальности организованы по большинству отраслей. Таким образом, созданы благоприятные условия для будущего развития технических наук, и в настоящее время Россия занимает ведущее положение во всех подобных областях.

В заключение я хочу поблагодарить моего коллегу профессора Д. Янга, с которым я обсуждал содержание этой работы и который сделал ряд интересных замечаний, касающихся сравнения русской и американской школ. Я также благодарю профессора С.Е. Берговского, преподававшего механику в России с 1929 по 1943 год, и снабдившего меня интересной информацией об инженерном образовании в России в этот период времени.

С. ТИМОШЕНКО

1. Историческое введение[1]

Первые инженерные школы в России были организованы в начале восемнадцатого столетия. Император Петр Великий начал реорганизовывать русскую армию и строить русский флот, а для этой работы потребовались люди, имеющие инженерную подготовку. Несколько инженеров было выписано из Западной Европы, но очень скоро стало ясно, что необходимо готовить русских инженеров, знакомых с условиями работы в стране. Чтобы удовлетворить этим требованиям, в это время были организованы Морская и Артиллерийская академии.

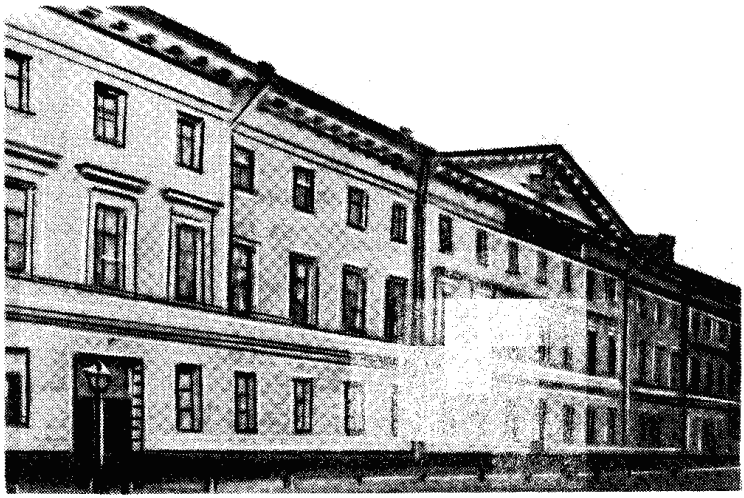
В течение восемнадцатого столетия начинает развиваться горная промышленность, и Россия становится одной из ведущих стран по производству чугуна и стали. Для подготовки горных инженеров в 1773 году, во время царствования Екатерины Великой, была организована Горная школа. Во всех технических школах восемнадцатого века уровень научной подготовки был не очень высок, и необходимая техническая литература переводилась с иностранных языков[2]. Значительный прогресс в российском инженерном образовании был достигнут в начале девятнадцатого столетия, главным образом под влиянием опыта Франции.

Во время Французской революции в Париже была открыта известная Политехническая Школа (1794). При организации этой школы были внедрены некоторые новые идеи. Стало ясно, что удовлетворительное инженерное образование требует предварительной подготовки в таких фундаментальных предметах, как математика, механика, химия, вследствие чего в учебных программах на эти дисциплины отводилось много

времени. Чтобы отобрать лучших молодых людей в качестве студентов, были введены конкурсные экзамены. Большое внимание уделялось отбору профессоров, и в школе преподавали такие ученые, как Лагранж, Лаплас и Монж.

Утверждалось, что целью школы является не только обеспечение преподавания различных предметов по программе, но и дальнейшее развитие инженерных наук с привлечением наиболее способных студентов в той или иной степени к этому развитию. Все эти начинания оказались очень ценными, и с самого начала Политехническая школа имела большой успех. Французские инженеры пользовались большим спросом, и другие страны начали организовывать инженерные школы по типу французских.

После Тильзитского мира в 1807 году русский император Александр I учредил план сотрудничества с Наполеоном, и группа французских инженеров приехала в Санкт-Петербург, чтобы принять участие в организации новой инженерной школы — Института инженеров путей сообщения (1809). В этом учебном заведении следовали французским идеям, и вначале там была осуществлена подготовка нескольких французских инженеров, а в аудиториях пользовались французским языком.



Илл. 1. Институт инженеров путей сообщения, основанный в 1809 году

В 1820 году два выдающихся французских инженера Лямэ и Клапейрон прибыли в Санкт-Петербург, чтобы в новом учебном заведении преподавать математику, механику и физику. Кроме того, они работали в качестве инженеров-консультантов при правительстве. В это время в Санкт-Петербурге, впервые на континенте, было построено несколько висячих мостов, и Лямэ начал изучение механических свойств русского железа, используемого в этих мостах. Для этой цели была сконструирована и построена специальная испытательная машина, и результаты, полученные с помощью этой машины в лаборатории института, были использованы при проектировании металлических сооружений в России, а позднее приводились во многих книгах по сопротивлению материалов[3].

В связи с постройкой Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге Лямэ и Клапейрон изучали проблему устойчивости арок и опубликовали важный мемуар по этому вопросу. Во время своей службы в Санкт-Петербурге эти два инженера написали не менее важную работу по теории упругости, которая затем широко использовалась Лямэ при написании им его известной книги "Лекции по математической теории упругости твердых тел", явившейся первой книгой по теории упругости.

Другие французские профессора также были авторами выдающихся работ в области инженерных наук. Базен, например, внес важный вклад в гидравлику, и его эмпирические формулы широко использовались в гидротехнической литературе, Потье создал замечательный курс начертательной геометрии и т. д.

Как видно, эта группа инженеров не только развивала преподавание инженерных дисциплин в Институте инженеров путей сообщения, но и принимала участие в решении новых задач большого практического значения.

Эти обстоятельства были очень благоприятными для развития молодых русских инженеров, так что к тому времени, когда в 1830 году французские профессора покинули Россию по политическим соображениям, было уже достаточно много хорошо подготовленных инженеров, чтобы занять преподавательские должности в институте. Преподавание математики и механики велось на очень высоком уровне, особенно благодаря деятельности математика М.В. Остроградского (1801-1863)[4].

В это время студенты на инженерных специальностях получали более широкую математическую подготовку, чем на

математическом отделении в Университете Санкт-Петербурга.

Они получали также широкую инженерную подготовку и могли браться как за решение новых инженерных задач, так и за выполнение текущей рутинной работы.

Много новых инженерных задач поставило начавшееся в России строительство железных дорог. Первые железные дороги были построены в 1838 году. Это были две короткие линии между Петербургом и Царским Селом и Петербургом и Петергофом [здесь неточность: дорога Петербург—Петергоф построена в 1857 г. и была четвертой по счету в России.— прим. перев.]. В 1842 году было начато строительство важной железной дороги между Москвой и Петербургом. Производство работ проходило при очень неблагоприятных природно-климатических условиях, и в процессе строительства инженерам, окончившим Институт инженеров путей сообщения, пришлось решать очень много сложных проблем.

Особенно важной для развития технических наук была работа молодого инженера Журавского (1821-1891). Сразу после окончания института Журавский был привлечен к проектированию железной дороги Москва — Петербург. Его способности в скором времени были по достоинству оценены, и в 1844 году он становится во главе проектирования и строительства моста через реку Веребью, одного из главных сооружений на дороге. Это был деревянный мост, аналогичный мостам системы Гау, построенным ранее в Соединенных Штатах.

Эти мосты строились без всякого расчета, и Журавский был первым, кто предложил метод расчета напряжений, возникающих в элементах таких мостов от подвижной нагрузки. Он также уточнил теорию изгиба балок. Дерево очень слабо сопротивляется сдвигу вдоль волокон, из чего Журавский сделал правильный вывод о том, что в деревянных балках большой высоты касательные напряжения являются важными, и что ими пренебрегать нельзя. Существовавшая литература не содержала сведений о вычислении этих напряжений, и Журавский должен был решить эту проблему сам. Его метод определения касательных напряжений в балках теперь является общепринятым и представлен во всех учебниках по сопротивлению материалов. В 1850 году, после того, как строительство моста было закончено, Журавский опубликовал свой метод

расчета ферм[5]. Позднее свою работу по мостам системы Гау он представил в более полном виде в Российскую Академию наук и был за нее удостоен Демидовской премии[6]. Часть этой работы была позднее напечатана в переводе на французский язык[7].

В это же время русскими инженерами был построен также очень важный металлический мост (Николаевский) через реку Неву, а профессор П. Я. Собко (1810-1870), преподававший сопротивление материалов и постройку мостов в Институте инженеров путей сообщения, опубликовал свои известные работы[8].

Из этого краткого обзора работ Журавского и других можно заключить, что обучение сопротивлению материалов и строительной механике в России в середине девятнадцатого века стояло на высоком уровне. Изучение механических свойств строительных материалов в это время в России было также хорошо поставлено.

В 1849 году Российское правительство основало Центральную лабораторию мер и весов — учреждение, аналогичное Национальному бюро стандартов, организованному в нашей стране [здесь и далее "нашей страной" автор называет США — прим. перев.] в 1901 году. Первый директор этой лаборатории А. Т. Купфер (1789-1865) проявлял особый интерес к изучению упругих свойств металлов, и в предисловии к одной из своих работ[9] подчеркнул важность образования национального института по изучению механических свойств и напряжений в строительных материалах. Он указывал, что публикация информации, касающейся свойств металлов, вырабатываемых различными компаниями, будет очень полезной для инженера-конструктора. Он понял, что такая практика окажет большое влияние на улучшение механических свойств материалов, так как компании будут стараться улучшать качество своей продукции для расширения рынков сбыта. По поводу работ Купфера Тодхантер и Пирсон писали: "Возможно, не было более тщательных и исчерпывающих экспериментов по динамическому определению констант упругости и температурному эффекту, чем те, которые выполнены Купфером"[10].

В связи с тем, что организация Института инженеров путей сообщения имела такой большой успех, правительство использовало это учебное заведение как образец для дальнейшего

развития инженерного образования в России. В 1828 году для подготовки инженеров-механиков и химиков в России, в Санкт-Петербурге был организован Технологический институт. Позднее (в 1868 году) в Москве было организовано Техническое училище. Оно образовалось из ремесленного училища, и первоначально его программа отличалась повышенным вниманием к практическим работам в механических мастерских[11]. В дальнейшем эта часть программы была упразднена, и в начале двадцатого века училище получило известность благодаря созданию лабораторий термодинамики и теплопередачи. Это высшее учебное заведение было одним из первых в мире, где началось преподавание аэродинамики, и где студенты выполняли работы в аэродинамической лаборатории. Начало этому было положено в 1910 году, во многом благодаря ученому Н.Е. Жуковскому (1847-1921). В 1912 году появилась книга Жуковского[12], представлявшая собой первое в мировой литературе систематическое изложение аэродинамики. Книга была основана на научных работах Жуковского и его ученика С.А. Чаплыгина (1869-1942).

В связи с дальнейшим развитием промышленности в России были открыты технологические институты в Харькове и Томске, и, кроме них, еще несколько высших технических учебных заведений по другим отраслям техники. Все эти учебные заведения были организованы по примеру Института инженеров путей сообщения. Они имели пятилетнюю программу, а студенты с хорошей математической подготовкой выявлялись на конкурсных вступительных экзаменах. Это позволяло начинать преподавание математики, механики и физики на довольно высоком уровне уже на первом курсе и дать студентам достаточную подготовку по фундаментальным предметам в первые два года. Последние три года использовались для изучения инженерных дисциплин. В течение этих лет читались лекции по техническим предметам, и от студента требовалась определенная работа в аудиториях, но большую часть времени студенты проводили в чертежных кабинетах.

Престиж профессора в инженерных учебных заведениях был очень высок, и лучшие таланты страны состязались за право замещения вакантных должностей в преподавательском штате. Успех в этом состязании зависел, в основном, от опубликованных научных работ претендента. Продвижение по

службе преподавателя осуществлялось также на основе научной продукции, и выслуга лет при этом не принималась во внимание.

Преподавателями выполнялось большинство работ в области инженерных наук, а затем эти работы публиковалось в трудах учебных заведений. Ряд важных публикаций в течение второй половины девятнадцатого века принадлежит ученикам М. В. Остроградского. Один из них — И.А. Вышнеградский (1831-1895), после изучения математики посвятивший себя работе в области прикладной механики и ставший профессором Санкт-Петербургского технологического института. Его теория регуляторов[14] получила известность во всем мире и послужила основой для развития важной отрасли механики, имеющей дело с регулированием скоростей машин.

Другим учеником Остроградского был Н. П. Петров (1836-1920), основоположник гидродинамической теории трения, впервые объяснившей действие смазки в подшипнике[15]. Петров также известен своими исследованиями напряжений в рельсовом пути, и особенно — динамического эффекта, вызванного смятием колесных бандажей и выбоинами в рельсах[16]. Это была первая попытка теоретического определения напряжений в рельсовом пути.

В области теории упругости выдающаяся работа была выполнена Х. Головиным, профессором Санкт-Петербургского технологического института, который применил уравнения двумерной упругости к вычислению напряжений в круговых арках. Этим путем было показано, что элементарная теория изгиба кривого бруса достаточно точна для практических приложений. Следует отметить также деятельность Ф. С. Ясинского (1856-1899), профессора Института инженеров путей сообщения. Он внес очень большой вклад в теорию сооружений, особенно — теорию упругой устойчивости. Его труды по этому вопросу были собраны и опубликованы в виде книги в 1893 году. В то время эта книга была наиболее полным трактатом по проблемам упругой устойчивости, и впоследствии она вышла во французском переводе[17]. Ясинский был блестящим лектором, и за годы своего преподавания в институте воспитал много учеников, успешно способствуя повышению уровня теоретической подготовки русских инженеров.

Этих примеров достаточно, чтобы показать, что научная

деятельность русских инженерных учебных заведений в девятнадцатом веке была на очень высоком уровне, и что Россия в этот период внесла значительный вклад в развитие инженерных наук.

В течение последней четверти девятнадцатого века промышленность России интенсивно развивалась. Производство стали и чугуна удваивалось примерно каждые десять лет, а сеть железных дорог быстро расширялась.

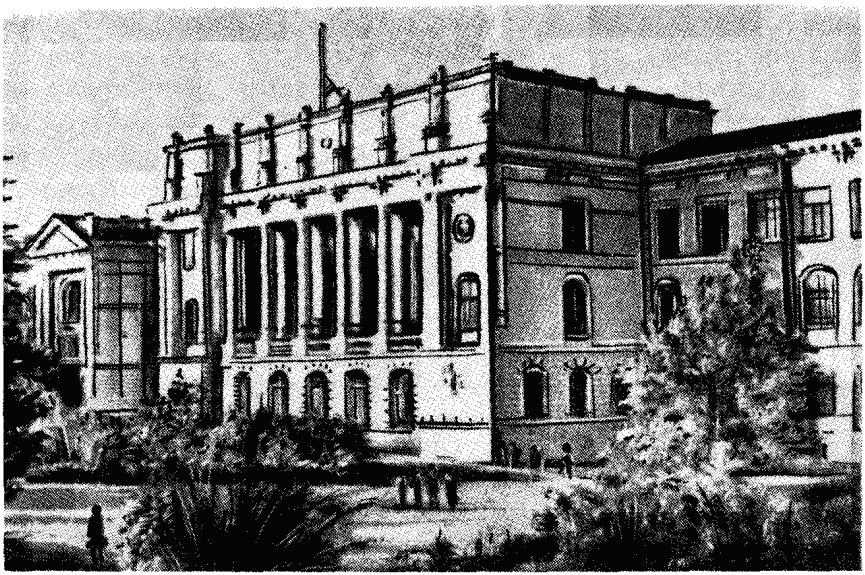
Было закончено строительство Транссибирской магистрали, вызвавшее быстрое экономическое развитие Сибири. Такое развитие промышленности требовало большего числа инженеров. В связи с этим старые инженерные учебные заведения расширялись насколько возможно быстро, но этого было недостаточно, и поэтому организовывались новые. Новые учебные заведения были политехнического типа и имели четырехгодичную программу. Большие институты были открыты в Киеве и Варшаве в 1898 году, за которыми последовали политехнические институты в Петербурге (1902) и Новочеркасске (1906).

Петербургский политехнический институт имел особенно большое влияние на развитие инженерного образования в России. Этот институт был крупным учебным заведением[18] с просторными современными помещениями и хорошо оборудованными лекционными аудиториями, чертежными кабинетами и лабораториями.

Преподавание фундаментальных дисциплин — таких, как математика, механика, физика и химия было значительно улучшено за счет введения классных работ в малых группах. Параллельно с лекциями, читаемыми профессорами по тем или иным предметам, были предусмотрены часы для упражнений, в течение которых рассматривалось решение задач, иллюстрирующих теорию. Задачи, предлагавшиеся преподавателями для этих занятий, публиковались затем в виде книг, и некоторые из этих сборников переводились на иностранные языки. Теперь эти образцовые задачи, столь знакомые преподавателям Петербургского политехникума, можно найти в технической литературе во всем мире.

Профессия инженера ставилась в России очень высоко, и число молодых людей, желавших ее получить, было в несколько раз больше числа вакансий. Большинство инженерных

учебных заведений при отборе студентов продолжало применять конкурсные вступительные экзамены. Петербургский политехнический институт отбирал студентов на основе аттестатов об окончании школ, но требования все равно были очень высокими.



Илл. 2. Основное здание Санкт-Петербургского политехнического института

Например, на кораблестроительное отделение могли поступить только претенденты, окончившие средние школы с золотой медалью. С такой отобранной группой студентов было возможно поднять уровень обучения на этом отделении на очень высокую ступень.

Программы обучения на кораблестроительном отделении были разработаны под влиянием таких мировых авторитетов, как А.Н. Крылов и И.Г. Бубнов. Они предложили обширную программу по математике, где, кроме обычного двухлетнего курса анализа (20 семестровых часов) [семестровыми часами автор называет суммарное число часов в неделю за все семестры,

в течение которых изучается данный предмет — прим. перев.], были предусмотрены курсы уравнений в частных производных и приближенных вычислений.

В области механики твердого тела, в добавление к обычному элементарному курсу, был введен дополнительный курс, в котором рассматривались уравнения Лагранжа и их приложения. Из дисциплин, относящихся к механике упругих тел, студентам читались курсы теории упругости и теории колебаний. Это был первый опыт в истории инженерного образования, чтобы столь высоко математизированные предметы включались в программы общеинженерной подготовки. За этими предметами следовала обширная курсовая работа, где студенты имели возможность применять теорию к практическим задачам.

Молодые инженеры, окончившие кораблестроительное отделение, пользовались большим спросом и успешно работали в Российском флоте. Аналогичные удачные результаты были получены также и на других отделениях института. Расширенные учебные программы требовали соответствующего развития учебной литературы. Если в качестве примера снова взять область кораблестроения, то книги Крылова и Бубнова по кораблям и корабельным конструкциям до сих пор используются во всех флотах мира. На многие иностранные языки были переведены книги по теории упругости и теории колебаний, получившие широкое распространение. В области строительной механики корабля и подводных лодок Россия имеет в настоящее время наиболее полную и современную литературу[19].

Русские инженерные учебные заведения не ограничивали свою деятельность обеспечением преподавания различных инженерных предметов по программе, но принимали активное участие в дальнейшем развитии инженерных наук. Все они обычно выпускали свои "Сборники", где публиковались научные труды преподавателей. Институтские лаборатории служили не только для учебных целей, но также и для научных работ преподавателей и для решения технических задач, поставленных промышленностью и государством. Например, хорошо оборудованная лаборатория испытания материалов Института инженеров путей сообщения использовалась также для изучения различных задач, поставленных российским Министерством

путей сообщения. Это министерство интенсивно занималось испытанием новых локомотивов и исследованием контактных напряжений в рельсовом пути, собрав обширный материал по этому вопросу.

Быстрое и успешное развитие российского инженерного образования в течение двадцатого века было недолгим. Очень скоро началась первая мировая война и Коммунистическая революция. Коммунистическое правительство хотело иметь интеллектуальных работников, симпатизирующих коммунизму, и для достижения этой цели проводило в университетах и инженерных учебных заведениях политику классовых различий.

Отбор студентов по способностям был упразднен, и разрешалось поступать лишь детям рабочих и крестьян. Во многих случаях они не имели соответствующей подготовки и были не в состоянии воспринимать лекции, читаемые в институте. Чтобы преодолеть это затруднение, при институтах были организованы подготовительные отделения, осуществлявшие необходимую подготовку по элементарным дисциплинам. Этот план имел мало успеха, большинство учеников так и не смогло получить надлежащую подготовку и было вынуждено оставить высшие учебные заведения.

Внутренняя организация инженерных учебных заведений также подверглась значительным изменениям. Принципы самоуправления и академических свобод, которыми пользовались высшие учебные заведения до революции, были ликвидированы. Вместо ректоров и деканов, выбранных советами профессоров, высшие учебные заведения стали управляться административным персоналом, назначаемым правительством. Администраторы, будучи независимыми от профессоров, начали вмешиваться в такие важные прерогативы ученых советов, как выбор новых профессоров и общее планирование академической политики. Вследствие этого в академическую жизнь проникли политические влияния, что привело к тому, что престиж профессоров упал. Несмотря на возражения профессоров, испробовались различные нововведения. В результате этих перемен нормальная жизнь в высших учебных заведениях нарушилась, и процесс подготовки молодых инженеров быстро разваливался.

В конце двадцатых годов, когда правительство начало планирование восстановления и дальнейшего развития российской

промышленности, в стране не было достаточного количества инженеров, чтобы выполнить эти планы. Это было время экономического кризиса в Западной Европе и Соединенных Штатах, и в Россию прибыло значительное число иностранных инженеров. Но такое положение не могло быть признано удовлетворительным, и правительство было вынуждено изменить свою политику по отношению к инженерному образованию.

К 1933 году большинство нововведений, внедренных в учебные планы коммунистическим режимом, было упразднено. В скором времени преподавание в средних школах начало быстро улучшаться, в особенности по естественным наукам и математике. По-видимому, к концу тридцатых годов требования по математике в средних школах уже приблизились к дореволюционному стандарту. Этот стандарт был достаточно высок и предусматривал пять лет арифметики и алгебры, три года геометрии, один год тригонометрии и три года физики. В то же время технические институты исключили специальные привилегии для детей рабочих и крестьян и снова ввели отбор студентов по способностям. Профессия инженера продолжала быть популярной в России, и технические учебные заведения снова стали привлекать внимание лучших учеников.

К этому времени вся русская промышленность была полностью в руках правительства, и ее дальнейшее развитие осуществлялось согласно пятилетним планам. При подготовке пятилетних планов стало возможным знать наперед требуемое число инженеров по каждой специальности. В то же время инженерная деятельность стала в высокой степени централизованной, т.е. разработка всех новых конструкций одного и того же типа могла производиться в одном центре.

В этих обстоятельствах введение очень узкой специализации при подготовке инженеров имело преимущества. Для такой специализации институты политехнического типа были не особенно удобны, и очень часто они разделялись на отдельные институты. Каждый из этих институтов был создан для подготовки специалистов в определенной отрасли промышленности, и поэтому прикреплен к определенной государственной структуре. Таким путем были созданы институты очень узкого профиля.

Но со временем недостатки такой подготовки стали очевидными, и большинство институтов, особенно институты, имеющие старые традиции, ушли от узкой специализации и вернулись к программам, аналогичным тем, которые были до революции.

2. Общая организация высших учебных заведений

В настоящее время общая организация наиболее значительных высших технических учебных заведений аналогична той, что была в дореволюционное время. Высшие технические учебные заведения отделены от университетов и имеют 5-или 5,5-летнюю программу по каждой специальности. Конечно, число институтов после революции значительно увеличилось.[21] В 1958 году было 29 политехнических институтов, 30 машиностроительных, 27 гражданского строительства, 7 авиационных, 27 горно-металлургических, 18 транспортных, 15 электротехнических и институтов связи, 13 рыбной и пищевой промышленности, 10 инженерно-химических, 2 метеорологогидротехнических и 2 кораблестроительных. Для поступления во все эти учебные заведения требуется окончить среднюю школу, но качество подготовки в этих институтах далеко не одинаково. В большинстве своем институты со старыми традициями и некоторые новые учебные заведения в больших центрах имеют сильный преподавательский состав и хорошо оснащенные лаборатории, но наряду с ними есть много новых институтов значительно более низкого уровня, причем часть из них имеет лишь вечернее или заочное обучение — т. е. такое, при котором студенты работают в промышленности и имеют очень ограниченное время для учебы.

Высшие учебные заведения в основном сконцентрированы в больших городах и важнейших промышленных районах. Например, в Ленинграде имеется восемнадцать высших технических учебных заведений по различным специальностям.

Все высшие технические учебные заведения сейчас управляются Министерством высшего образования, которое утверждает программы и учебные планы, производит отбор учебников и определяет методы преподавания. Оно также устанавливает план приема, развитие институтов и координирует

распределение выпускников. Министерством также назначается институтская администрация, деканы и директора, но они часто выбираются из числа профессоров и преподавателей института. Директор отвечает за деятельность всех подразделений института и председательствует на ученом совете. Он представляет на обсуждение ученого совета бюджет института, планы развития института и представляет его интересы при обсуждении бюджета в Министерстве высшего образования.

Ученый совет занимается вопросами, касающимися методов преподавания, программ и научной деятельности института. Он также рекомендует кандидатов на соискание ученых степеней и выбирает новых профессоров.

Положение профессора в университете или высшем техническом учебном заведении всегда высоко ценится в России. Процедура выбора новых профессоров является сложной, а все вакансии заполняются в результате конкурса, объявляемого по всей стране. Сведения о профессорских вакансиях направляются во все высшие учебные заведения, и претендентам предлагается представить свои биографии и научные публикации. В каждом подобном случае в институте образуется специальная комиссия для изучения этого материала и для подготовки сравнительной оценки претендентов. На основе доклада комиссии совет выбирает нового профессора и направляет всю информацию о выборах в Министерство высшего образования для утверждения избранного претендента. Следует отметить, что в подобных выборах научная работа претендента имеет решающее значение, а его педагогические способности и административная деятельность обычно не принимаются во внимание. Продвижение по службе в российских высших учебных заведениях совершенно не зависит от выслуги лет. Преподавательский состав института состоит из профессоров, доцентов и преподавателей, причем отношение числа преподавателей к числу студентов — примерно 1 к 10. Профессора являются членами совета, и каждый из них возглавляет определенную отрасль науки, так что их число не зависит от числа студентов. Однако число доцентов и преподавателей растет пропорционально числу студентов. Вследствие быстрого роста числа студентов за последние годы, доля профессоров в преподавательском составе теперь сравнительно мала. В институтах,

которые я посетил, профессора составляют 6% от всего преподавательского состава.

Для всех претендентов на должность профессора обязательной является докторская степень. Месячная профессорская зарплата составляет 5000 рублей [напомним, что имеются в виду деньги до реформы 1961 года — прим. перев.], что примерно в десять раз больше, чем зарплата неквалифицированного рабочего. Работа профессора ограничена 15 часами в неделю и включает в себя не только лекционные часы, но также и время, отводимое на консультации для студентов, экзаменационную работу и другую-деятельность. Некоторые профессора совмещают свою работу в одном институте с какой-либо работой в другом учебном или научно-исследовательском заведении.

Профессора пользуются некоторыми привилегиями — такими, например, как возможность отдыхать в различных санаториях во время летнего отпуска. После ухода в отставку профессор получает пенсию, равную двум третям своей зарплаты.

Для слушания лекций студенты курса разбиваются на потоки по 100-150 человек каждый. Эти лекции читаются не только профессорами, ответственными за преподавание определенного предмета, но также и доцентами, которые, кроме того, работают с малыми группами в 25-30 человек для решения задач и приема заданий. Для того, чтобы занимать положение доцента, требуется кандидатская степень. Месячная зарплата доцента — 3200 рублей. Практические занятия по решению задач и лабораторные работы обычно ведутся преподавателями. Должность преподавателя теоретически также требует кандидатской степени, хотя очень часто эти должности занимаются людьми, сдавшими кандидатские экзамены, но еще не закончившими свои диссертации (см. раздел 8).

В русских высших учебных заведениях студенты не вносят плату за обучение, и огромное большинство из них получает стипендию. Месячная стипендия первокурсника составляет примерно 300 рублей и возрастает от курса к курсу; она возрастает также, если студент имеет высокие баллы за свою работу. В Киевском политехническом институте мне говорили, что на 7 рублей студент может три раза в день питаться и жить в общежитии вследствие очень низкой платы за жилье,

т.е. такой стипендии хватает для скромной студенческой, жизни. Жилищные условия в России продолжают быть очень трудными, и высшие учебные заведения тратят большие усилия на постройку необходимого числа общежитии для своих студентов, но до сих пор эта проблема полностью не решена. Учебники в России стоят очень дешево, и купить их для многих студентов не представляет затруднений. Кроме того, институтские библиотеки обычно имеют достаточное количество экземпляров требуемых учебников.

Теперь в России инженерное дело изучает большое число женщин. Начиная с последней трети девятнадцатого века в России было мощное движение в поддержку высшего женского образования, и, т. к. в университетах совместного обучения не допускалось, были организованы специальные высшие учебные заведения для женщин — сначала в Петербурге (1870) и в Москве (1872), а затем — во многих других городах России.

Эти институты обычно имели отделения: физико-математическое, естественных наук, истории и филологии. Выпускницы этих учебных заведений работали учительницами в средних школах для девочек. Существовали также медицинские училища для женщин, которые вначале были организованы как средние специальные. Позже, в 1897 году, был открыт Медицинский женский институт в Петербурге, имевший те же учебные программы, что и медицинские институты для мужчин.

Многие русские девушки получали высшее образование в Западной Европе, где в университеты принимались женщины. Например, в шведских университетах в 1904 году обучалось 1200 женщин, из них русских было 884. Аналогичная ситуация была в университетах Бельгии и Франции. На отделении математики Геттингенского университета (1903) группа русских девушек занималась подготовкой своих работ на соискание докторских степеней.

Высшие инженерные учебные заведения впервые начали принимать женщин в 1907 году, и, начиная с 1909 года, на моих занятиях по сопротивлению материалов в Киевском политехническом институте девушки составляли значительный процент. К концу 1956 года женщины составляли одну треть от числа студентов инженерных специальностей, а среди работающих инженеров они составляли 28%.

В высших учебных заведениях, существовавших и до революции, число студентов значительно возросло, однако институтские помещения и лаборатории не расширялись в той же пропорции, и теснота в помещениях, особенно в лабораториях, ощущается очень болезненно.

3. Условия приема

Для поступления в высшее техническое учебное заведение требуется окончить полную среднюю школу или другое среднее учебное заведение. В дореволюционное время в России имелось два типа средних школ: классическая гимназия и реальное училище, куда принимались ученики, достигшие 10-летнего возраста после вступительных экзаменов по русскому языку и арифметике. В гимназии придавалось особое значение изучению латыни и греческого языка. В реальных училищах главными предметами были математика, естественные науки и современные языки.

После многих изменений, происшедших в течение революционных лет, в середине 1930 годов в России возник новый тип средней школы, полная программа которой требует 10-летнего обучения и подразделяется на три ступени: начальная школа (с 1 по 4 класс), неполная средняя (с 5 по 7 класс) и средняя школа (с 8 по 10 класс). Первая ступень соответствует нашим "Elementary schools", а две последующие — нашим "Unior High" и "High school". Принимаются ученики семилетнего возраста, а выпускаются в возрасте 17 лет. Первые две ступени, включающие 7 лет обучения, сейчас являются обязательными в России. Старшие классы, с 8 по 10, рассматриваются как подготовительные для высшей школы.

Общая организация школ и методов преподавания очень похожа на ту, что имела место в дореволюционные годы. После хаоса, порожденного революционным экспериментаторством, традиционная система была восстановлена[23]. Все школы управляются из Москвы. Министерство просвещения утверждает учебные планы, программы и методы преподавания для всей страны, и, кроме того, производит отбор учебников, которыми следует пользоваться. Были восстановлены переводные и выпускные экзамены, а также дореволюционная

система оценок. Предметы для изучения выбираются министерством на основе их научного и образовательного значения, а программы по предметам и их объем являются обязательными и одинаковыми для всех учеников, причем предметы по выбору отсутствуют.

Программы требуют от учеников концентрированной и серьезной работы и дают хорошо сбалансированное количество знаний в таких областях, как математика, естественные науки и языки.

Учебные планы с 5 по 10 класс на 1955-56 учебный год приведены в таблице 1. Учебный год включает 33 недели при 6 учебных днях в неделю и 5 или 6 академических часах занятий в день. Один академический час занятий длится 45 минут.

Учебный план аналогичен плану реальных училищ в дореволюционное время. Мы видим, что значительное число часов занимает русский язык. Этот курс состоит из грамматики, синтаксиса и избранного чтения в средних классах (с 5 по 7), а в старших классах (с 8 по 10) он содержит систематический обзор русской литературы по периодам. Кроме того, кратко изучается литература других народов, связанных с Россией.

По сравнению с дореволюционными годами изучению русской литературы уделяется больше времени, при этом ученики должны изучать не только старинную литературу, но также классическую русскую литературу девятнадцатого века и литературу, появившуюся после революции. Этот курс представлен в трех томах примерно по 400 страниц каждый и содержит много исторических сведений.

Я имел возможность поговорить с учителем русской литературы и прочитать часть вышеуказанных учебников. Второй том, представляющий историю русской литературы начиная с Гончарова и кончая Толстым и Чеховым, особенно интересен. История литературы в этом томе связывается с русской экономической и политической историей, и при этом кратко рассматриваются русская музыка и живопись. Книга является более полной, чем те, которые были у нас в дореволюционное время, и, если мы исключим чрезмерные ссылки на Ленина и Коммунистическую партию, то получится очень хорошая книга.

Таблица 1

Учебные часы за неделю

ПРЕДМЕТ	КЛАСС					
	5	6	7	8	9	10
Русский язык	9	8	6	5,5	4	4
Арифметика	6	6				
Алгебра, геометрия		6	6	6	3	3
Тригонометрия					3	3
История	2	2	2	4	4	4
Конституция СССР						1
География	3	2	2	2,5	3	
Биология	2	2	3	3	2	1
Физика		2	3	3	4	4,5
Астрономия						1
Химия			2	2	3	3,5
Психология						1
Иностранный язык	4	4	3	3	3	3
Физкультура	2	2	2	2	2	2
Рисование	1	1				
Черчение			1	1	1	1
Пение	1	1				
Ручной труд	2	2	2			
Учебные мастерские				2	2	2

Третий том, посвященный литературе Советской России, неинтересен не только потому, что не было писателей такого масштаба, как в дореволюционное время, но также и потому, что эти писатели теперь не свободны в своих суждениях и должны следовать линии партии. Эта книга содержит много материала политического характера, не имеющего ничего общего с литературой, и представляет собой очень скучное чтение. Эта книга написана определенно для политической пропаганды.

Свои знания иностранной литературы ученики русских школ получают из внеклассного чтения. Кажется, старая привычка читать книги в свободное время продолжает существовать, и дети знакомятся не только с русскими, но также и с иностранными авторами.

Из каталогов новых публикаций можно видеть, что летом 1956 года в России было напечатано 500000 экземпляров собраний сочинений Вальтера Скотта и Чарльза Диккенса, и при

продаже этих книг не возникает затруднений. Переводы классических произведений Франции, Германии и Скандинавских стран также очень популярны среди русских школьников.

Математика продолжает быть одним из самих важных предметов при обучении в средней школе. Каждый ученик должен пройти, в добавление к очень солидному курсу арифметики, пять лет алгебры и геометрии и два года тригонометрии. Интересно заметить, что при обучении математике русские школы вернулись к учебникам, существовавшим в дореволюционное время. Например, хорошо известными книгами А.П. Киселева до недавнего времени пользовались как учебниками по геометрии и алгебре.

Мы должны делать различие между требованиями программ и тем, что ученики знают в действительности. В некоторых русских периодических изданиях — таких, как "Математика в школе", мы найдем много критики в отношении произведения выпускных экзаменов в средних школах[24]. Естественно, что в связи с очень быстрым развитием русской системы среднего образования в преподавании может возникнуть много дефектов, но, зная традиции русского среднего образования, связанные с серьезной подготовкой по математике и высокое качество их учебников, мы можем быть уверены, что высшие технические учебные заведения, предъявляя серьезные требования на вступительных экзаменах, смогут отобрать учеников с хорошей подготовкой по математике.

Программы по физике и химии несколько увеличены по сравнению с дореволюционными. В старое время химия преподавалась как глава физики; теперь это — отдельный предмет, который преподается в течение 4 лет. В курсе физики разделу, посвященному механике, придается особое значение. Из сборника задач, используемого в этом курсе, можно видеть, что для успешной сдачи экзаменов ученики должны иметь хорошие знания в области статики и элементарной динамики. При посещении средней школы я заметил, что там имеются хорошие лаборатории по физике и химии, много лучшие тех, какие были в мое время 65 лет назад, но я посетил только одну школу и не уверен, что это является типичным.

В целом, каждый ученик средней школы отдает примерно одну треть своего учебного времени на изучение математики

и естественных наук. С другой стороны, примерно в 23 процентах "Public schools" [бесплатная средняя школа — прим. перев.] в США в 1954 году ни физика, ни математика не предлагались вовсе[25]. Более того, только один из пяти наших учеников в таких школах изучает физику и только 13 процентов — тригонометрию и стереометрию [автор имеет в виду традиционную американскую систему изучения предметов по выбору — прим. перев.].

В курсах истории значительное время отводится истории Западной Европы. Курсы включают древнюю историю (5 класс), историю Рима (6 класс), историю средних веков до Французской революции (7 класс), современную историю — девятнадцатый и двадцатый века (8 класс) и историю России (9 и 10 классы). Я не видел учебников по истории и не знаю, насколько этот курс используется для утверждения коммунистических идей и политической пропаганды.

География теперь представлена в более полном виде, чем до революции. К курсу экономической географии России (8 класс), существовавшему ранее, добавлен курс экономической географии зарубежных стран (9 класс), так что ученики получают более полную картину распределения сырьевых ресурсов и различных видов промышленности.

Однако в определенной части учебных планов сделаны существенные сокращения материала по сравнению с дореволюционным временем. Значительные изменения внесены в программу по иностранным языкам. Вместо двух сейчас требуется один язык. Программы по свободному рисованию и черчению, к которым в старые времена добавлялось изучение перспективы и начертательной геометрии, сейчас сильно сокращены.

Из приведенного обзора учебных планов средней школы можно увидеть, что для того, чтобы школьник окончил школу в заданный срок, от него требуется значительная систематическая работа, и опыт показывает, что только небольшой процент учеников, принятых в первый класс, затем доходит до десятого класса через 10 лет. Этот процент значительно ниже, чем в американских средних школах, но имеет тот же порядок, что и в Западной Европе, где, как и в России, преобладает политика отбора наиболее успевающих учеников для высшего образования.

Учащиеся, недостаточно успевающие в неполной средней школе, ориентируются государством в иных направлениях. Если они интересуются, например, техникой, то могут поступить после окончания седьмого класса в одно из средних специальных учебных заведений (техникум) и закончить его за 4 года как техники. В техникумах они изучают элементарную математику и различные инженерные предметы без использования математического анализа. После окончания они занимают должности младшего технического персонала, находящегося в подчинении инженеров.

В дореволюционные годы Россия имела большое количество средних специальных учебных заведений. В настоящее время их число значительно увеличилось. Техники принесли большую пользу в процессе реконструкции и дальнейшего развития русской промышленности, и теперь направление политики состоит в том, чтобы на предприятии или стройке соблюдалось соотношение: два техника на одного инженера. В Америке средним специальным учебным заведениям уделяется мало внимания, и, кажется, большая часть младшего технического персонала получает свои профессиональные знания
на работе.

Число учеников, ежегодно оканчивающих среднюю школу, много больше числа вакантных мест в институтах, и возникает вопрос, как выбрать из числа претендентов тех, кто должен быть зачислен. Этот вопрос особенно труден для высших технических учебных заведений. Инженерная профессия всегда считается одной из самых престижных в России и привлекает внимание лучших учеников средних школ. Число желающих поступить в некоторые высшие учебные заведения, особенно в больших городах, во много раз превышает число вакансий.

Такая ситуация уже существовала в дореволюционное время, когда для надлежащего отбора студентов применялись вступительные экзамены на конкурсной основе. Революция ликвидировала этот метод, и при этом опробовались различные иные подходы.

Некоторые учебные заведения использовали интеллектуальные тесты, аналогичные тем, которые применяются в нашей стране, но эта практика сейчас в России отвергнута. С середины 1930 годов вступительные экзамены восстановлены, и только выдающиеся претенденты, окончившие школы

с медалями, могут быть приняты без экзаменов. Претенденты должны сдать следующие экзамены: 1) Русский язык и литература — письменный экзамен; 2) Математика (алгебра, геометрия и тригонометрия) — письменный и устный экзамены; 3) Иностранный язык (французский, немецкий, английский). [Автор не упоминает вступительный экзамен по физике, обязательный для всех инженерных и физико-математических специальностей во все годы, в том числе и в 1958 г., о котором идет речь. См. Бюллетень Министерства высшего образования за 1956 и 1957 г.г. — прим. перев.]. Зачисление кандидатов производится на основе суммы баллов, полученных на экзаменах. Требования соответствуют школьным программам, но, естественно, институты, привлекающие большое число претендентов на вакансию, используют более трудные экзаменационные вопросы с целью выбрать наиболее успевающих перспективных студентов. Старые высшие технические учебные заведения с высокой репутацией имеют лучшие шансы в отборе наиболее способных студентов.

Последним по времени безрассудством была попытка внести серьезные изменения в организацию российского среднего образования. План состоял в том, чтобы после восьмого класса отправлять всех учеников на различные заводы для выполнения физической работы, и только через 2 года разрешить им вернуться в школу для обучения в трех последних классах. Очень сильное противодействие этому плану со стороны учителей, профессоров, и особенно — со стороны Академии Наук, возымело некоторое действие, и в конце концов принятые изменения не были столь радикальными, как планировалось. Было решено внедрить в школьную программу некоторое количество ручного труда, и, чтобы выделить для него время, вместо 10-летней сейчас утверждена 11-летняя программа, состоящая из трех ступеней: четыре плюс четыре плюс три. Первые восемь классов составляют теперь требуемое обязательное образование. Более способные ученики будут продолжать свое обучение после восьмого класса без перерыва и окончат школу после 11 лет учебы.

Менее способные ученики, оставляющие школу после восьмого класса, будут иметь три возможности: 1) они могут поступить в одно из средних специальных учебных заведений, например техникум; 2) они могут перейти в школу, программа

которой отводит значительное количество времени ручному труду (так называемые средние профессионально-технические училища); 3) они могут поступать на работу в промышленность как обычные рабочие.

Эта реформа не будет иметь большого влияния на требования к поступающим в высшие технические учебные заведения, и большинство поступающих будут составлять выпускники средних школ, имеющих те же программы, какие были до реформы. Меньшинство поступающих составят выпускники техникумов и профессионально-технических училищ, успешно сдавшие вступительные экзамены.

4. Учебные планы высших учебных заведений и методы преподавания

Большинство русских высших технических учебных заведений имеет пятилетнюю программу. Учебный план для каждой специальности строго обязателен, и число академических часов жестко зафиксировано. Учебный год состоит из 33 недель, неделя — из 6 рабочих дней и учебный день — из 6 академических часов, так что общее число академических часов несколько больше 5000. Примеры таких учебных планов приведены в таблицах 2 и 3 и подробнее обсуждаются ниже.

В целом все предметы учебного плана можно разбить на четыре группы: 1) общенаучные дисциплины; 2) общеинженерные дисциплины; 3) специальные курсы; 4) курсы общего характера. Все курсы обязательны; предметы по выбору отсутствуют. Некоторые вариации возможны только при выборе специализации.

Первые две группы учебных планов в чем-то сравнимы с программами американских инженерных школ, но предметы третьей группы в американских программах обычно не содержатся. Американские инженерные школы как правило осуществляют подготовку по фундаментальным инженерным наукам, и предполагается, что их приложение к реальному проектированию будет изучаться на работе. Недостаточность такой инженерной подготовки очевидна, и для того, чтобы восполнить этот пробел, многие большие производственные компании — такие, как Дженерал Электрик или Вестингауз,

создают свои собственные инженерные школы, где вновь принятые выпускники инженерных учебных заведений получают дополнительную подготовку в избранных областях инженерных наук.

В качестве конечной задачи русских учебных программ еще в дореволюционные годы ставился дипломный проект. Для подготовки студентов к этой работе требовалось изучение некоторых специальных курсов и чтение дополнительной литературы. Работа над этим проектом никогда не рассматривалась как узкая специализация, но скорее как педагогический прием, с помощью которого студенту показывалось, как практическая инженерная задача может быть решена путем объединения сведений, полученных в различных инженерных науках. Очень часто тема дипломного проекта выбиралась самим студентом, что, естественно, повышало его интерес к работе. После революции одно время существовала тенденция сблизить институтское обучение с практическими приложениями, что привело к узкой специализации, однако эта тенденция постепенно исчезает, и в настоящее время в большинстве высших технических учебных заведений дипломный проект занимает то же место, что и ранее.

В учебных планах русских высших технических учебных заведений мы видим отсутствие гуманитарных курсов. Американские инженерные школы обычно отводят на занятия по этим предметам примерно 20 процентов времени. Очень часто это курсы английского языка и истории западных цивилизаций, которые должны компенсировать недостаточную подготовку по этим предметам в наших средних школах.

В России, после солидной подготовки по языкам и истории в средних школах и после вступительных экзаменов, введение гуманитарных предметов в инженерные учебные планы считается излишним.

Русские высшие учебные заведения уделяют большое внимание практической работе. В течение четвертого и пятого курсов каждый студент проводит примерно 20 недель на практике, и, т. к. вся промышленность управляется из Москвы, эта работа может быть организована так, чтобы служить дополнением к специализации студента и дать ему реальную картину отрасли промышленности, связанной с темой его дипломного проекта.

Изучая методы преподавания в русской высшей школе, мы находим, что лекционная система, практиковавшаяся в дореволюционные годы, осталась, но в нее были внесены некоторые улучшения. В старое время профессора читали лекции для всего курса, иногда состоявшего из 300 или 400 студентов, и, т.к. было практически невозможно следить за такими большими аудиториями, многие студенты посещали лекции нерегулярно.

В настоящее время большие курсы разделяются на потоки, не превышающие 150 человек, и лекции читаются не только профессорами, но и доцентами. Посещение лекций строго контролируется, и студенты могут быть наказаны за любую неаккуратность в посещении, т.к. право на стипендию зависит от регулярности работы студента. Строгие требования к посещению лекций вызывают также повышенные требования к лекторам. Если лекция недостаточно подготовлена или неудачно прочитана, институтской администрации об этом будет дано знать.

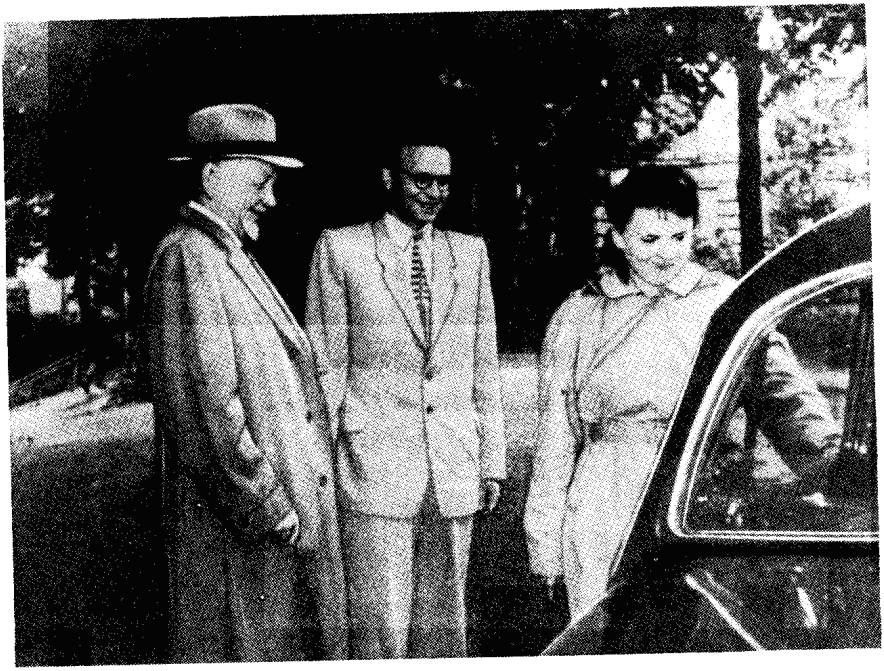
Для решения задач студенты подразделяются на небольшие группы по 25-30 человек. Каждый лектор должен вести по крайней мере одну такую группу. Остальные группы ведут преподаватели, работающие под наблюдением лектора. Лектор консультирует преподавателей по задачам, которые должны рассматриваться на занятиях, иногда посещает занятия преподавателей, и, как более опытный преподаватель, дает им советы. Таким путем достигается лучшая увязка лекций с практическими занятиями. Большое внимание уделяется подбору задач, и Россия имеет в настоящее время великолепные сборники задач по таким предметам, как математика, механика и сопротивление материалов. Некоторые из этих книг переведены на иностранные языки;

От студентов требуется не только умение применять теорию к решению задач, но также знание основ самой теории и методов вывода формул, используемых при решении задач. Чтобы проверить эти знания, в русских институтах используются устные экзамены в добавление к письменным. Только таким путем профессор может выяснить понимание студентом основ предмета и его способность выражать свои мысли на правильном научном языке. Система "да-нет" при приеме экзаменов, столь популярная в некоторых американских школах,

и американский метод проверки и оценки экзаменационных листов в отсутствие студента, в России не практикуется. Единственное преимущество таких методов состоит в том, что они требуют минимального времени и усилий со стороны преподавателя.

5. Киевский политехнический институт и его учебный план по машиностроительным специальностям

Киевский политехнический институт — типичный пример того, как после революции реорганизовывались высшие учебные заведения и как возрастало их число. Этот институт был открыт в 1898 году и первоначально имел четыре инженерных отделения, а именно: механическое, строительное, химическое и сельскохозяйственное. В процессе реорганизации сельскохозяйственное отделение, которое не было тесно связано с другими отделениями, было выделено из Политехникума, переведено в новое помещение и преобразовано в Сельскохозяйственный институт. Отделение гражданского строительства было разделено на три части и было образовано три отдельных института для подготовки: 1) инженеров по дорожному строительству; 2) инженеров по гидротехническому строительству; 3) инженеров по городскому строительству. Отделение, связанное с электротехникой, было отделено от машиностроительного отделения, и были добавлены некоторые отделения, имеющие дело с различными областями электротехники. Таким образом, Киевский Политехникум имеет механическое, химическое и несколько электротехнических отделений. В то же время, вместо одного Политехникума теперь имеется пять институтов. Это иллюстрирует один из вариантов, в соответствии с которым число высших учебных заведений сильно возросло за последние годы. В этом процессе формирования новых институтов путем разделения старых преподавательский состав новых институтов образовывался из старых кадров, так что сохранялись старые традиции. Это оказалось очень полезным при быстром развитии новых институтов, и, кажется, до сих пор институты с остатками старых традиций имеют преимущества в развитии технических наук в России.



Илл. 3. Автор вместе с профессором сопротивления материалов Г.С. Писаренко и гидом

Киевский политехнический институт был первым высшим техническим учебным заведением, которое я посетил после 40 лет отсутствия в России. Естественно, что за 40 лет произошло много изменений. Институт был первоначально построен за пределами города, теперь черта города отодвинута далеко за институт, так что он находится внутри города, а вдоль дороги к институту построено много новых домов. Деревья, посаженные на институтской территории в мое время, теперь настолько выросли, что полностью закрыли институтские строения (илл. 3).

По прибытии я был встречен профессором сопротивления материалов Г.С. Писаренко (илл. 3). Здесь же на фото — мой гид, молодая женщина, окончившая университет по специальности "современные языки" и сопровождавшая меня в течение всего моего пребывания в Киеве.

Главное здание института (илл. 4) осталось нетронутым, только теперь оно обветшало и нуждается в покраске и ремонте. По широкому знакомому коридору мы прошли в кабинет директора, где я был встречен директором института и группой профессоров. Они все проявляли большой интерес к организации американских университетов и к нашим методам преподавания, и прежде чем я собрал какую-либо информацию, интересующую меня, было предложено, чтобы я провел небольшую беседу об американском высшем образовании. Мне сказали, что аудитория, в которой я прочитал свою первую профессиональную лекцию 51 год назад, открыта, и большая группа студентов и преподавателей меня там ждет. Мне ничего не оставалось делать, как согласиться на предложение (илл. 5) и кратко объяснить моим слушателям, как после 20 лет преподавания в России и Югославии я старался приспособиться к американской системе преподавания. Я также рассказал, им, как книга по сопротивлению материалов, опубликованная 50 лет назад в Киеве, была переведена на английский язык и принесла некоторую пользу в американских инженерных школах.

После этой лекции мы посетили лабораторию механических испытаний материалов. В мои киевские годы значительная часть моего времени и энергии была отдана организации этой лаборатории и ее приспособлению к учебным целям. Лаборатория до сих пор располагается в тех же помещениях, что и в мое время. После войны добавлено несколько новых машин из Германии, но некоторые простые приспособления, которые я использовал для иллюстрации различных разделов курса сопротивления материалов, сохранились, и моя тетрадь студенческих лабораторных работ используется без больших изменений.

Мне доставило большое удовольствие встретить снова механика этой лаборатории (илл. 6), так много помогавшего мне в начале моей работы в Киеве. Ему сейчас 81 год, и он теперь не столь деятелен, как прежде.

После нашего посещения лаборатории обсуждение программ и методов преподавания в Киевском политехническом институте продолжалось. Я особенно интересовался организацией машиностроительного факультета. Он теперь имеет несколько

Илл. 4. Киевский политехнический институт

Илл. 5. Беседа автора в Киевском политехническом институте

специальностей, принципиально отличающихся друг от друга в конструкторской части, связанной с дипломным проектированием. В качестве примера в таблице 2 приведен учебный план специальности "Резание металлов".

Начиная рассмотрение этого плана с общенаучных дисциплин, мы видим, что 21 семестровый час посвящен математике, из них четверть отводится аналитической геометрии и теории векторов, и три четверти — дифференциальному и интегральному исчислению, дифференциальным уравнениям, рядам Фурье и теории вероятностей. Учебное время частично посвящается лекциям для потоков, не превышающих 150 человек, а частично — решению задач в группах, состоящих не более чем из 30 человек. Один семестровый час отводится на предмет "методы вычислений", имеющий целью научить студентов, как выполнять такие вычисления, как нахождение корней алгебраических уравнений, вычисление интегралов по

Илл. 6. После 40-летнего перерыва автор снова встретился с механиком своей лаборатории

правилу Симпсона и нахождение численного решения дифференциальных уравнений по методу Адамса. Таким путем студенты узнают, как выполнять вычисления с заданной точностью.

От студентов требуется не только свободное владение математическими формулами, но также и знание теории, на которой эти формулы основаны. Для проверки этих знаний применяются не только письменные, но и устные экзамены.

На теоретическую механику отводится 11 часов. Т.к. студенты хорошо подготовлены по математике и уже имеют некоторые знания механики из средней школы, преподавание механики начинается с первого года. За три последовательных семестра преподаются статика, кинематика и динамика, так что к концу второго курса преподавание теоретической механики заканчивается.

Таблица 2

Число учебных часов в неделю
по специальности "Резание металлов"
по учебному плану
для машиностроительных специальностей

ПРЕДМЕТЫ	СЕМЕСТРЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Математика	8	7	4	2						
Механика		4	3	4						
Сопрот. материалов			6	6						
Физика		6	4	4						
Химия	4	3								
Начертат. геометрия	5									
Черчение	3	3	3	2						
Кинем. и динам. механизмов				3	7					
Детали машин					6	4				
Подъемно-трансп. ма шины						2	3			
Технология металлов	2	2	2		4					
Механич. мастерские	6	4								
Металловедение и термообр.				3	3					
Допуски, взаимозаменяемость					4					
Гидравлика и гидромашины					4					
Термодинамика и теплопередача						4	3			
Электротехника						4	5			
Резание металлов							5			
Металлореж. станки							9	5	6	
Двигатели									4	
Конструир. машин							6		6	
Технология машиностр.							5	4	7	
Проектирование маш. заводов									7	
Автоматизац. технол. процессов									5	
Экономика промышленности								4	5	
Техника безопасности								3		
Марксизм-ленинизм	4	3	4	4						
Политэкономия					3	2	2	3		
Иностранный язык	2	2	2	2						
Спорт	2	2	2	2						

Дипломный проект

Методы преподавания теоретической механики аналогичны тем, которые используются в математике. В дополнение к лекциям и практическим занятиям каждый студент должен выполнить графические задания на такие темы, как нахождение усилий в элементах статически определимой фермы и нахождение скоростей и ускорений в заданном механизме. Серьезное внимание в русских высших учебных заведениях уделяется истории науки, например, каждому разделу предмета предшествует вводная глава исторического характера. К сожалению, эти главы очень часто портят искажениями и преувеличениями в частях, касающихся вклада России в развитие науки. В некоторых институтах читаются отдельные курсы истории техники[26].

В русских учебных заведениях важное значение придается преподаванию сопротивления материалов. В дополнение к лекциям и решению задач студент должен выполнить значительное число лабораторных работ. На лекциях рассматриваются не только задачи в пределах упругости, но и простейшие случаи пластических деформаций и объясняется метод расчета по несущей способности. Рассматриваются такие задачи динамики, как удар и колебания. Особое внимание уделяется различным теориям прочности и выбору допускаемых напряжений при статической и динамической нагрузке.

В группах студентам задаются более сложные задачи, и это требует значительного количества домашней работы. Например, студент должен: (1) — полностью рассчитать заданную плоскую фигуру и определить ее центр тяжести, направление ее главных центральных осей и значение главных центральных моментов инерции аналитическими и графическими методами, (2) — рассчитать двутавровую балку с нахождением напряжений и построением эллипса напряжений для заданных точек, а также найти перемещения балки аналитическими и графическими методами, (3) — определить напряжения и перемещения в балке под действием пространственной системы сил, (4) — рассчитать неразрезную балку или раму.

В лаборатории студент должен выполнить два типа экспериментов: (1) — экспериментальная проверка формул, полученных теоретически и (2) — экспериментальное определение механических свойств конструкционных материалов.

Требования по физике теперь намного серьезнее, чем в дореволюционное время. Полное время — 14 семестровых часов примерно одинаково распределяется между (а) — лекциями и (б) — практическими и лабораторными занятиями. На лекциях, продолжающихся три семестра, читаются три раздела курса: (1) — механика и физика газов, жидкостей и твердых тел, (2) — электричество и (3) — оптика и атомная физика[27].

Обучение начертательной геометрии теперь длится один семестр и включает три часа лекций и два часа упражнений. В дореволюционное время под влиянием традиций, установленных Гаспаром Монжем в известной французской Политехнической школе, этому предмету обычно уделялось значительно больше времени. Как студент Института инженеров путей сообщения я слушал, например, 12 семестровых часов начертательной геометрии. Лекции читались последовательно 4 семестра и, в добавление к этому, требовалось выполнение большой работы, состоявшей в аксонометрическом изображении различных деревянных конструкций. Начертательная геометрия находит свое применение в курсе черчения, где требуется изобразить ортогональные и аксонометрические проекции по эскизам элементов машин. За четыре семестра студент в этом курсе должен выполнить двенадцать чертежей 24х36 дюймов.

Кратко коснемся теперь технических дисциплин, начиная с курса теории механизмов, на который отводится 10 семестровых часов. Только примерно половина этого времени посвящена лекциям. Оставшееся время уделяется лабораторным работам и проектированию механизма. Лекции включают в себя такие темы, как аналитические и графические методы определения скоростей и ускорений различных точек плоских механизмов, теория маховика, теория регулятора и теория трения. В лаборатории студенты знакомятся с различными измерительными инструментами, индикаторами и динамометрами. Они также экспериментально определяют моменты инерции элементов машин, изучают трение между сухими и смазанными поверхностями, измеряют трение в подшипниках и выполняют работу по уравновешиванию машин разных типов.

Проектирование механизма должно содержать (1) — кинематический анализ системы, (2) — определение усилий, (3) — подбор безопасных размеров и (4) — определение необходимых размеров маховика и противовесов. В этом проекте требуется

большое количество (четыре или пять листов) чертежной работы.

Курс деталей машин включает в себя 5 семестровых часов лекций, 1 час лабораторий и 4 часа проектирования. В лекциях, после некоторого исторического введения, рассматриваются болты, заклепки, горячие и прессовые посадки, шпонки и цапфы, различные виды передач, валы и оси, подшипники и пружины. В соответствии с программой по этому предмету студент должен выполнить дома три задания, связанные с такими элементами, как различные типы соединений (заклепки, болты, посадки и т.д.), различные виды передач (зубчатые, ременные и т.д.), оси и подшипники. В лаборатории студенты проводят экспериментальные исследования трения в резьбах, трения в пружинах, сил, действующих на зубья, прочности посадок, гибкости валов и т.д.

В этом предмете значительное внимание уделяется расчету на прочность деталей машин. Я имел возможность ознакомиться с трактатом "Расчеты на прочность в машиностроении", подготовленным группой профессоров и доцентов, преподающих сопротивление материалов в Московском высшем техническом училище, главной российской школе в области машиностроения. Этот труд является наиболее полной работой по расчету на прочность из всех, которые я когда-либо видел. Напечатанный в трех больших томах, он содержит всю необходимую информацию, включая теорию упругости, пластичности и колебаний, и приложения этих теорий к расчетам на прочность различных деталей машин. Главы, связанные с большими перемещениями балок, перемещениями оболочек и расчетом контактных напряжений особенно интересны, Т.к они представляют в значительной мере работу русских инженеров, о которой в нашей стране известно очень мало.

В курсе подъемно-транспортных машин предусмотрено 2 семестровых часа лекций и три часа проектирования. На лекциях приводятся различные типы кранов, а затем выполняется полный проект крана.

Все остальные предметы второй группы содержат большое количество лабораторных работ в добавление к лекциям.

Из этого краткого обзора ясно видно, что первые две группы предметов в таблице 2 составляют программу подготовки по общенаучным и общетехническим предметам,

в целом более широкую, чем та, что в настоящее время имеется в курсах для студентов американских инженерных школ. Кроме того, в русских институтах имеется "дипломный проект" и специальные курсы, связанные с ним. В частном случае специальности "Резание металлов" первостепенное значение имеют курсы резания металлов, металлорежущих станков и проектирования металлорежущего инструмента.

Наука о резании металлов в России хорошо развита, а экспериментальные работы русских профессоров Тиме, Зворыкина и Савина, сделанные в этой области в дореволюционное время, пользуются большой известностью в мировой технической литературе. На базе их работ производятся расчеты сверлильных, фрезерных и токарных станков, которые включены в специальные курсы, содержащие не только лекции, но также и лабораторные работы. В качестве примера дипломного проекта по этой специальности можем взять проектирование машиностроительного завода или конструирование какого-либо станка, которое выполняется со всеми необходимыми деталями.

Среди предметов последней группы особое значение придается преподаванию политической экономии. Этот предмет преподавался также и до революции. По поводу марксизма-ленинизма я имел возможность разговаривать с одним беспартийным преподавателем, который считает, что время, посвященное этому предмету, не совсем потерянное. У него был хороший преподаватель, преподносивший своим студентам логически стройную систему материалистической философии и ее применение к объяснению исторических процессов.

Во время моей краткой поездки в Россию я нашел, что очень трудно получить надежную информацию о влиянии партии на развитие инженерного образования. Я имел две возможности обсуждать этот вопрос с преподавателями, которые не были коммунистами, и в обоих случаях мне говорили, что в хорошо оснащенных и укомплектованных сильными кадрами высших учебных заведениях политика не касается ни приема студентов, ни отбора преподавателей, и что научная карьера беспартийных преподавателей зависит только от их научных и педагогических способностей.

6. Институт инженеров транспорта и учебные планы строительных специальностей

В качестве примера учебного плана по строительной специальности рассмотрим учебный план старого высшего технического учебного заведения, в дореволюционное время называвшегося Институтом инженеров путей сообщения (см. раздел 1). Этот институт готовил инженеров для русской сети железных дорог, а также инженеров-гидротехников для строительства портов, каналов и речных путей сообщения. Институт имел высокую репутацию и был известен своими сильными программами по фундаментальным наукам. Он располагал хорошо оборудованными лабораториями физики и химии, и особенно — механических испытаний строительных материалов. В институте также имелись богатая коллекция моделей старых и новых инженерных сооружений и хорошая техническая библиотека, известная своим собранием технической литературы, представлявшей большую историческую ценность.

В конце девятнадцатого века этот институт имел 5-летнюю программу, одинаковую для всех студентов. Число студентов в то время было около 700. Я окончил этот институт в 1901 году, был там ассистентом с 1901 по 1903 г. и профессором с 1912 по 1917 г. Во время моей профессорской деятельности институтские помещения были значительно увеличены, и число студентов достигло 2000. Прошлым летом я имел возможность посетить институт и увидеть изменения, происшедшие за последние 40 лет.

Институт продолжает готовить инженеров для русских железных дорог и за последние годы значительно расширился. Общее число студентов, включая вечернее отделение, составляет 6000 человек. Институт продолжает быть в основном строительным институтом, но в связи с современным развитием железнодорожных сообщений в программы были включены некоторые новые отрасли инженерных наук. Например, с внедрением электрических и дизельных локомотивов за последние годы получили большое развитие механические специальности. Новые разработки в области сигнализации и другого оборудования железнодорожных станций потребовали развития также и электротехнической специализации.

В настоящее время институт имеет пять специальностей, и студент, выбирающий одну из них, должен выполнить дипломный проект в этой области и изучить несколько специальных курсов.

В таблице 3 представлен учебный план по специальности "Строительство мостов". Предметы учебного плана снова подразделяются на четыре группы, и мы можем видеть, что группа, состоящая из общенаучных дисциплин, организована аналогично тому, как это сделано на механических факультетах, поэтому обзор, данный ранее для этой группы, распространяется также и на случай строительных специальностей.

Рассматривая предметы второй группы, начнем с теории сооружений, представляющей первостепенную важность для инженера-строителя. Со времен Ясинского и Кирпичева (см. раздел 1) преподавание этого предмета стояло в русских высших технических учебных заведениях на высоком уровне, и эта традиция сейчас продолжается.

Этот предмет преподается в течение четырех последовательных семестров, причем между лекциями и упражнениями часы распределяются примерно одинаково. В области строительной механики Россия в настоящее время имеет несколько современных и очень полных учебников. Оригинальные работы русских инженеров-строителей были также во многом посвящены этой области. Значительные успехи были достигнуты в теории пластин и оболочек, и имеется несколько выдающихся монографий по этому вопросу, которые нужно перевести на английский язык[28].

В русских лабораториях выполняются не только теоретические, но и экспериментальные исследования различных сооружений. Я посетил лабораторию Центрального научно-исследовательского института промышленных сооружений, где мне были показаны испытания моделей больших размеров при статических и динамических нагрузках. Я также видел испытания различных конструкций из предварительно напряженного железобетона. Институт имеет большой научный штат, куда входят некоторые наиболее крупные русские ученые в области строительной механики. Институтом опубликовано большое количество трудов по теории сооружений, и в настоящее время в институте подготовлена библиография по этим публикациям с 1927 по 1952 г.

Таблица 3

Число учебных часов в неделю по специальности "Строительство мостов" по учебному плану подготовки инженеров-строителей

ПРЕДМЕТЫ	СЕМЕСТРЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Математика	8	6	4	3						Дипломный проект
Механика		4	4	4						
Сопрот. материалов			5	6						
Физика	4	5	5							
Химия	3	4								
Начертательная геометрия	4	2								
Черчение	4	2	2							
Геодезия, съемка	4	3								
Гидравлика					4	3				
Общий курс жел. дорог	2	2								
Термодинамика						4				
Теория сооружений					5	6	4	3		
Теория механизмов, детали машин				3	4					
Электротехника				4	3					
Геология и гидролология			4							
Механика грунтов, фундаменты						3	4			
Строительные материалы					3	5				
Технология металлов, сварка							4			
Подъемно-транспорт ные машины					4	3				
Металлические и ж/б конструкции					4	3	4			
Железные дороги						3	6	4		
Промышленные соору жения								4		
Проектирование мостов						3	4	5	5	
Тоннели								5	5	
Постройка мостов								3	5	

Продолжение таблицы 3

ПРЕДМЕТЫ	СЕМЕСТРЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Эксплуатация мостов									4	
Экономика транспорта									5	
Политэкономия					2	3	2	3		
Иностранный язык	2	2	2	2						
Марксизм-ленинизм	3	4	4	4						
Техника безопасности							3			
Бухгалтерский учет								2		
Спорт	2	2	2	2						

Продолжая рассмотрение учебного плана, видим, что курс механики грунтов, оснований и фундаментов за последнее время сильно расширился, и, в добавление к лекциям, студент должен работать в лаборатории, а также над курсовым проектом.

Теория равновесия сыпучих сред — таких, как песок, была сильно продвинута русскими за последние годы, и в настоящее время ведется интенсивная работа по применению этой теории и экспериментальных данных к практическому расчету таких проблем, какие мы встречаем в расчете подпорных стенок и фундаментов[29].

При изучении предмета, называемого "Технология металлов и сварка" студенты проводят часть своего времени в лаборатории, изучая различные сварочные процессы. Во время реконструкции российской промышленности после революции изучению сварочных процессов было уделено много внимания.

Для этой цели были организованы специальные лаборатории[30], и в настоящее время сварка металлоконструкций находит в России более широкое применение, чем в нашей стране.

В курсе "Металлические и железобетонные конструкции" значительное место занимает проектирование. В связи с этим предметом я бы хотел отметить два положения. В русских климатических условиях возможность работы с железобетоном при низких температурах имеет первостепенное значение. Этой проблеме была посвящена большая работа, и в настоящее

время техника получила настолько большое развитие, что строительные работы с железобетоном могут продолжаться круглый год.

Второе положение связано с расчетом на прочность предварительно напряженных конструкций. В этой области обычный расчет на основе действующих напряжений был заменен в России методом "предельных состояний", по которому многократно статически неопределимые системы заменяются простыми системами, которые можно рассчитывать методами статики. В России за последнее время выпущено несколько книг по этому вопросу.

Рассмотрим теперь предметы третьей группы. Т.к. институт транспорта готовит инженеров для железных дорог, много часов отводится железнодорожной технике. Примерно треть этого времени уделяется проектированию. Профессора, преподающие этот предмет, обычно работают в тесном контакте с Министерством путей сообщения и принимают участие в решении инженерных задач этого министерства. В дореволюционное время существовал испытательный поезд, оснащенный различными приспособлениями для изучения преобразования теплоты, динамики локомотивов и для экспериментального определения усилий, действующих в рельсах.

Методы исследования контактных напряжений были также разработаны в это же время. Такая связь с практическими задачами продолжается, и институтские лаборатории принимают участие в научной работе для сети российских железных дорог.

Предмету "Проектирование мостов", как всегда, в институте придается большое значение и уделяется много учебного времени. Часть времени используется для курсового проектирования, которое предшествует дипломному проектированию.

Курс эксплуатации мостов связан с работой в мостоиспы-тательной лаборатории, оснащенной различными приборами для измерения напряжений и перемещений в мостах при действии статической и динамической нагрузки. Эта лаборатория и ее персонал могут легко передвигаться в любое место и принимать участие в решении различных исследовательских задач Министерства путей сообщения.

Опыт показывает, что такая связь с практикой может быть очень опасной при коммунистическом режиме. Особенно это

касалось исследований на железных дорогах. После революции страна испытывала большие трудности при восстановлении нормальной работы железнодорожного транспорта. В это время измерения напряжений и прогибов существующих мостов показали избыточные значения этих величин, и институтская лаборатория рекомендовала соблюдение мер предосторожности, предложив в некоторых случаях снижение скоростей и нагрузок. Эти рекомендации были квалифицированы службой безопасности как саботаж, и начальник лаборатории много раз вызывался на допрос в ГПУ, хотя он и не был арестован. Однако его коллеге, известному московскому профессору в области мостостроения, не так повезло, он был арестован и отправлен на несколько лет в концентрационный лагерь. Мне говорили, что теперь режим более разумен, и что такие вещи сейчас происходить не могут.

Во время моего посещения института директор предложил просмотреть некоторые дипломные проекты и привел меня в дипломный кабинет по мостостроению. До защиты дипломных проектов осталось несколько дней, и дипломные проекты были почти закончены. Аудитория, в которую мы вошли, была мне очень хорошо знакома. В то время, когда я был студентом института, аудитория была красивым актовым залом в стиле начала девятнадцатого века. На стенах висели портреты некоторых императоров и министров путей сообщения. Вдоль одной из стен были прикреплены ряды мраморных досок, где каждый год выгравировывались фамилии выпускников, получивших высшие баллы. Теперь все портреты и доски убраны, а на их месте установлены чертежные стенды.

Мне предложили проэкзаменовать и обсудить работы нескольких студентов по моему выбору. Это была моя первая встреча с русскими студентами через 40 лет. В мое время студент должен был выполнить четыре дипломных проекта, теперь требуется только один, и, естественно, он намного более сложен. Студенту задается вся необходимая геодезическая и геологическая информация, относящаяся к месту, где мост должен быть построен, и первая задача состоит в выборе соответствующего типа моста. Этот выбор требует от студента значительного количества работы. В проектах, которые я просматривал, изучалось до шести вариантов прежде

чем было принято какое-либо решение о типе моста, который предстоит построить.

Следующая стадия — проектирование моста и его опор, а затем — разработка технологического процесса строительства фундамента и возведения моста. Ответы студентов произвели на меня благоприятное впечатление — не было сомнений, что свой предмет они знают. Я обратил внимание на большое число девушек в аудитории, и мне сказали, что в настоящее время в России более 20 процентов инженеров —женщины.

Я покинул свою Alma Mater со смешанным чувством. По сравнению с моим временем стало больше порядка и дисциплины, но старые здания обветшали и содержатся неудовлетворительно. Число студентов утроилось, и теснота в лабораториях особенно заметна. В лаборатории испытания материалов добавлены некоторые новые машины, но освещение настолько плохое и теснота столь велика, что их трудно использовать. Преподавательский состав состоит из квалифицированных людей, но они не свободны в своей работе. В своих публикациях они вынуждены делать чрезмерные ремарки, восхваляющие правительство и вождей партии. Они не могут дать полную библиографию иностранных источников. В русских научных работах в настоящее время нет той непредвзятости, которая так важна в публикациях, особенно исторического характера.

Сравнивая учебные планы русских и американских высших технических учебных заведений, можно заключить, что одним из принципиальных факторов, влияющих на эти учебные планы, является разница в подготовке, полученной в средней школе. Повышенные требования по математике и естественным наукам и большие конкурсы на вступительных экзаменах позволяют преподавать фундаментальные науки — такие, как математика, механика, физика и химия на более высоком уровне, чем у нас. Это же касается общеинженерных дисциплин — сопротивления материалов, гидравлики, термодинамики, кинематики и динамики механизмов.

Я помню, как началось мое преподавание механики в нашей стране. Во многих случаях механика была закреплена за кафедрами гражданского строительства, и удовлетворительно преподавалась только статика. Студенты очень мало изучали

динамику, и иногда — совершенно неудовлетворительно. Я встречал преподавателей механики, которые могли преподавать только статику и были невежественными в области динамики. В настоящее время положение в области механики несколько лучше, но до сих пор в отношении задач динамики или колебаний я иногда слышу, что эти задачи только для математиков. Однако слишком часто математики не могут нам помочь в достаточной мере, т.к. инженерная суть задачи им не ясна. Я не сомневаюсь, что наше инженерное образование может быть доведено до того же уровня, что и в России и Западной Европе, но только если будут введены повышенные требования по таким фундаментальнм предметам, как математика, механика и физика.

Русские высшие технические учебные заведения уделяют большое внимание проектированию, и, путем введения дипломного проекта, они стараются подготовить своих студентов к реальной практической работе.

Американские высшие технические учебные заведения дают очень мало своим студентам в этой области. В течение многих лет я был связан как исследователь и консультант с электрической производственной компанией Вестингауз, и некоторое время был ответственным за конструкторско-механическую школу этой компании, которая посещалась молодыми инженерами, только что окончившими институты, и которых компания предполагала направить на конструкторскую работу.

В это время я имел возможность непосредственно увидеть, какие знания эти молодые инженеры вынесли из своих высших учебных заведений.

Я понял, что в области конструирования машин они знают очень мало. Многие из них считали, что инженер должен только готовить эскизы, а конструировать должен чертежник, который выберет требуемые размеры на основе прошлого опыта и при помощи справочника.

Я преподавал расчеты на прочность в этой школе, но очень скоро понял, что мои ученики знают о сопротивлении материалов настолько мало, что я в конце концов был вынужден прочитать элементарный курс сопротивления материалов, читавшийся мной для второкурсников в России. Должен заметить, что этот курс содержал материал, неизвестный американским

инженерам, и что разница в научной подготовке русских и американских инженеров была в то время ошеломляющей.

Однако следует признать, что ситуация за последние 20 лет значительно улучшилась, но с нашей слабой подготовкой в средней школе мы не сможем, по-видимому, достичь того, что имеют сегодня высшие учебные заведения России.

Я также слышал в России, что сейчас там обсуждаются некоторые изменения в программах и учебных планах, и что эти изменения будут направлены в сторону дальнейшего совершенствования преподавания фундаментальных и инженерных наук. В своих наиболее сильных институтах они планируют теперь введение 6-летней программы для всех студентов. Первые три года будут заняты фундаментальными и общеинженерными дисциплинами. В течение четвертого года студенты будут заняты практической работой на производстве, и в это время им будут читаться лекции описательного характера. После года работы в промышленности студенты вернутся в институт, где следующие два года будут, в основном, заниматься проектированием. Например, студенты, специализирующиеся в области резания металлов (табл. 2), в течение года работы на производстве будут проходить такие предметы, как подъемно-транспортные машины, технология металлов, практика в мастерских, технические условия и взаимозаменяемость. Время, отведенное на эти предметы в теперешних учебных планах, будет тогда использоваться для улучшения подготовки в области фундаментальных и инженерных дисциплин. Предполагается, что при таком порядке студент будет лучше подготовлен к конструкторской работе в течение пятого и шестого года.

Нужно отметить, что в соответствии с высоким престижем положения профессора институты привлекают к преподавательской работе в области конструирования лучших инженеров с производства.

Приведенный обзор учебных планов высших технических учебных заведений относится к случаю обычного дневного обучения. Многие русские высшие технические учебные заведения, особенно в больших городах, имеют вечерние отделения, а некоторые — также и заочные отделения. Цель такой системы — дать возможность рабочим получить высшее образование без прерывания их работы в промышленности. Программы для вечерних отделений — такие же, как и для

дневных, но студенты ежедневно уделяют занятиям меньше часов, и для выполнения программы требуется значительно больше времени, чем обычные пять лет.

В заочных отделениях имеется специальный персонал для организации связи со студентами. Каждый год студенты имеют месячный отпуск для работы в институтских лабораториях и сдачи экзаменов. Опыт показывает, что только небольшой процент заочников в состоянии окончить институт.

7. Подготовка инженеров-исследователей

Предыдущий обзор касался планов подготовки инженеров обычного типа, но наиболее важным достижением России в инженерном образовании является, по моему мнению, организация подготовки инженеров нового типа, которых мы назовем инженерами-исследователями. Эта подготовка базируется на широком изучении таких фундаментальных наук, как математика, механика, физика с целью устранения разрыва между чистыми и прикладными науками.

При возникновении инженерных наук в семнадцатом веке такого разрыва не существовало. Галилей, бывший одновременно выдающимся ученым и инженером, заложил основы механики как науки, и в то же время начал разработку инженерной науки о сопротивлении материалов и ее приложений к анализу прочности инженерных сооружений.

В течение восемнадцатого века математика и механика становятся все более и более абстрактными, и великий математик Лагранж был очень горд тем, что его книга по механике не содержала ни одного рисунка. Это была не та механика, которая нужна инженерам, и инженерные науки развивались в то время независимо, по пути чистой эмпирики. В конце века, во время Французской революции, была сделана попытка ликвидировать разрыв между чистой наукой и техникой. Группа ученых во главе с Гаспаром Монжем организовала известную Политехническую школу, где подготовка в области инженерного дела основывалась на расширенном изучении фундаментальных наук.

Школа имела большой успех и внесла большой вклад в развитие инженерных наук — теории упругости, гидродинамики, термодинамки, начертательной геометрии и других. Навье, Сен-Венан, Фурье, Коши и Лямэ — все были учениками этой знаменитой школы.

Однако промышленность, по-видимому, не была готова в то время оценить и использовать все усовершенствования, внесенные в инженерные науки этими учеными, со временем все инженерные курсы в этой школе были прекращены, и характер преподавания таких предметов, как математика и механика стал столь же абстрактным, как и в других школах.

Следующая попытка привести математику в более тесное соприкосновение с инженерными науками была сделана в конце девятнадцатого — начале двадцатого века в Геттингенском университете, в Германии.

Известный математик Феликс Клейн был воодушевлен этой идеей. Под его влиянием Геттингенский университет организовал три кафедры прикладных наук при своем математическом факультете. Феликс Клейн всегда подчеркивал, что такие величайшие математики, как Архимед, Ньютон и Гаусс, не только внесли большой вклад в развитие математики, но и знали, как применять математику к решению практических задач.

Он всегда требовал, чтобы студенты, собирающиеся стать учителями математики в средней школе, прослушали некоторые инженерные предметы. В целях сближения математиков и инженеров Клейн организовал семинар по прикладной математике, на котором молодые математики и инженеры принимали совместное участие в обсуждении инженерно-технических задач.

Эти начинания в Геттингене принесли большую пользу, и многие участники этого семинара затем стали профессорами или инженерами-исследователями и много внесли в развитие инженерных наук.

Об этих новых направлениях было известно в России, и даже до революции в некоторых высших технических учебных заведениях были введены различные семинары и специальные курсы. В частных беседах постоянно обсуждался вопрос об организации специальных отделений в высших технических учебных заведениях с более серьезными требованиями по математике для подготовки преподавательского состава.

Однако прежде, чем эти планы были реализованы, началась первая мировая война. После революции был дан ход многим изменениям и реорганизациям. В это время были созданы новые высшие учебные заведения путем разделения старых, внедрены новые программы и испробованы новые методы

преподавания. В 1918 году был организован новый физико-механический факультет в Политехническом институте в Петербурге, и он стал первой школой подготовки инженеров-исследователей. Этот опыт был успешным, и в настоящее время исследовательские факультеты существуют в ряде университетов и технических высших учебных заведений.

Начнем обзор подготовки инженеров-исследователей с рассмотрения того, как эта работа проводится в университетах. В дореволюционное время университеты имели физико-математические факультеты, где были представлены различные разделы математики, механики, астрономии и физики. Предметы имели чисто научный характер, и никаких технических приложений не рассматривалось.

Срок обучения составлял 4 года, и выпускники обычно становились учителями математики и физики в средних школах. В настоящее время университеты имеют вместо одного физико-математического факультета два отдельных факультета: физический и механико-математический. На обоих факультетах принята программа 5-летнего обучения.

Механико-математический факультет, который мы далее рассматриваем, подразделяется на три отделения: (1) — математика, (2) — астрономия, (3) — механика. Все эти три отделения первые три года имеют одну и ту же программу обучения. Программа приведена в таблице 4.

Мы видим, что она содержит не только курсы чистых наук в области математики и физики, но и некоторые курсы прикладного характера — такие, как теория колебаний и сопротивление материалов.

После трех лет совместного обучения начинаются специальные предметы, которые на разных отделениях различны. Нас будет интересовать только отделение механики. Число специализаций и программы специальных курсов отличаются друг от друга в разных университетах. В качестве примера мы рассмотрим специальную подготовку в Московском университете, который я посетил прошлым летом.

Этот университет, основанный в 1755 году, (илл. 7), самый большой в России. В 1956 году в нем обучалось более 16000 студентов, а преподавательский состав превышал 2000 человек. За последние годы университет чрезвычайно расширился, и факультеты математики и естественных наук переехали в новые здания за городом. Некоторые из этих колоссальных

Таблица 4

Число учебных часов в неделю

ПРЕДМЕТЫ	СЕМЕСТРЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аналитическая геометрия	6	5								Дипломный проект
Анализ	8	8	7	4						
Высшая алгебра	4	4								
Дифференциальные уравнения			4	4						
Теоретическая механика		6	4	4	3	3				
Физика			5	4	5	2	2			
Дифференциальная геометрия			4							
Функции комплексного переменного					6					
Уравнения математической физики						4	4			
Теория вероятностей									4	
Вариационное исчисление					2					
Гидромеханика				2	3	3				
Газовая динамика							2	2		
Теория упругости и пластичности					3	3				
Теория колебаний							2			
Сопротивление материалов					4					
Астрономия (описательная)	4									
История механики									4	
Марксизм-ленинизм	3	3	4	4						
Политическая экономия					2	2	2	3		
Диалектический материализм							2	3	5	
Иностранный язык	4	4	2	2						
Физическая подготовка	2	2	2	2						

Илл. 7. Старое здание Московского университета, открытого в 1755 году

зданий показаны на илл. 8 и 9. В этих зданиях помещаются не только лекционные аудитории и служебные помещения, но также лаборатории и студенческие общежития.

В Московском университете на отделении механики имеются шесть специализаций. Это (1) — теоретическая механика, (2) — прикладная механика, (3) — волновая механика, (4) — теория упругости, (5) — теория пластичности, (6) — аэродинамика и гидромеханика.

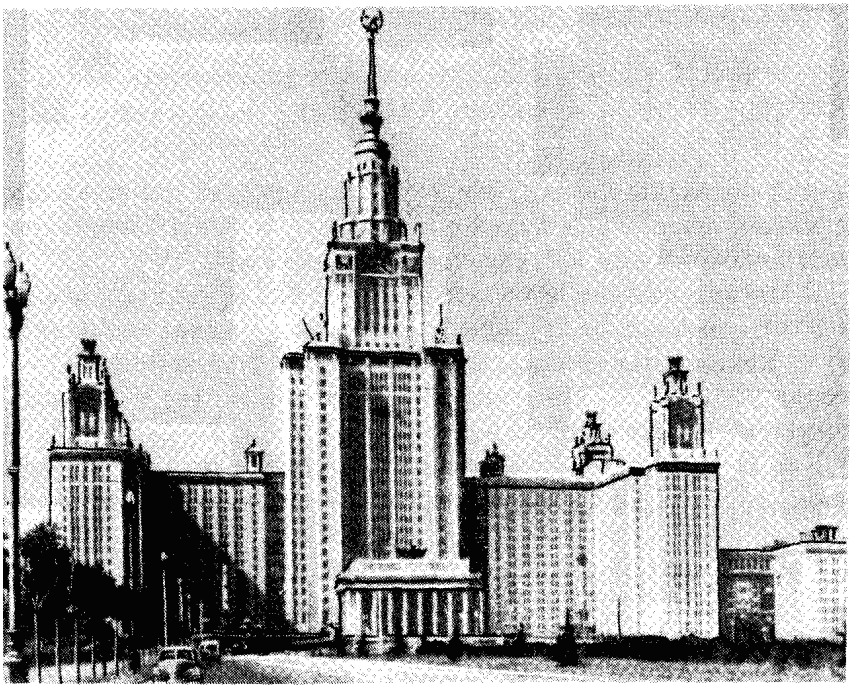
Как примеры мы рассмотрим программы по специализациям: (а) — "Теория упругости" и (б) — "Прикладная механика" .

Программа по специализации "Теория упругости" содержит следующие предметы для изучения: (1) — углубленный курс сопротивления материалов, (2) — статика и динамика сооружений, (3) — теория пластин и оболочек, (4) — двумерные задачи упругости, (5) — вариационные методы в теории упругости, (6) — устойчивость упругих систем, (7) — колеба-

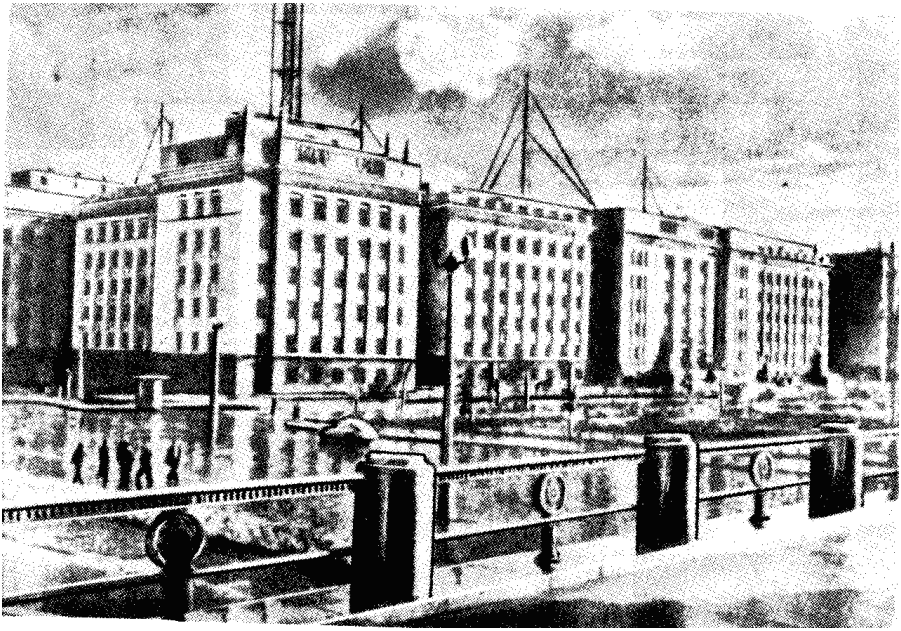
ния упругих систем, (8) — распространение нелинейных волн, (9) — экспериментальные методы волновой механики и (10) — фотоупругость.

На специализации "Прикладная механика" имеются следующие курсы: (1) — теория колебаний, (2) — вибрации валов, (3) — нелинейные колебания, (4) — теория гироскопов, (5) — гироскопическая стабилизация, (6) — теория регуляторов, (7) — теория моделирования, (8) — кинематика механизмов, (9) — вычислительные машины.

По предметам, связанным с обеими специализациями, Россия имеет хорошие учебники и несколько важных монографий, переведенных на иностранные языки. Она находится на лидирующих позициях во многих областях теории упругости[31], также как и в вопросах устойчивости движения, нелинейных колебаний и динамики тел переменной массы.



Илл, 8. Новое здание Московского университета



Илл. 9. Физические корпуса Московского университета

Перечисленные специализированные курсы организованы так, что учебное время примерно одинаково распределено между теоретической и экспериментальной работой. Я посетил лабораторию по изучению механических свойств конструкционных материалов и нашел, что она хорошо оборудована не только для учебных целей, но и для научной работы. На снимке (илл. 10) — профессора и научные сотрудники этой лаборатории.

Последний год обучения посвящен, в основном, подготовке "дипломной работы", которая может быть либо теоретического, либо экспериментального характера. Для получения квалификации от студента требуется сдача государственных экзаменов и защита дипломной работы. После окончания наиболее способные студенты остаются в университете для дальнейшего обучения, а остальные распределяются по научно-исследовательским институтам в системе промышленности или Академии Наук.

Илл. 10. Автор вместе с профессорами и научными сотрудниками лаборатории сопротивления материалов Московского университета

В качестве второго примера подготовки инженеров-исследователей рассмотрим кратко программы физико-механического факультета Политехнического института в Петербурге. Я был преподавателем этого института с 1903 по 1906 г. и профессором с 1912 по 1917 г.

Этим летом, после 40 летнего отсутствия, я снова посетил институт. По-видимому правительство не финансирует этот Петербургский институт столь щедро, как Московский университет. Основное здание (илл. 2) осталось без изменений, однако я заметил, что содержится оно не в таком порядке, как в дореволюционное время. Инженерные лаборатории также не изменились, и лаборатория испытания материалов занимает то же помещение, что и в мое время. К ранее существовавшему оборудованию добавлены некоторые новые машины, очевидно

вывезенные из Германии, отчего в помещении теперь стало очень тесно. Число студентов также значительно выросло, и это еще больше увеличивает переполненность.

Физико-механический факультет помещается в здании, в дореволюционное время служившем в качестве студенческого общежития. Это здание не очень удобно для лабораторий, и работа производится в тесных и мало привлекательных условиях. Факультет имеет 5,5-летний учебный план и предлагает шесть программ специализаций. Он принимает ежегодно 150 человек — по 25 на каждую специализацию. В течение первых трех лет студенты всех шести подразделений имеют общую программу, аналогичную приведенной в таблице 4, и уже рассмотренной. После этого общего обучения начинаются специализации.

Вышеуказанные шесть специализаций можно подразделить на следующие три группы, а именно: (а) — упругость и пластичность, (б) — аэродинамика и гидродинамика и (в) — нелинейные колебания и устойчивость движения.

Во всех этих областях Россия имеет очень подробную литературу. Группа упругости работает под руководством хорошо известного специалиста, профессора А.И. Лурье. На снимке (илл. 11) — группа студентов, работающих в лаборатории профессора А.И. Лурье. Студенты заняты не только теоретической, но и экспериментальной работой. Для финансовой поддержки лаборатория иногда берет задачи, представляющие практический интерес, непосредственно из промышленности.

Во время моего посещения лаборатории там проводились усталостные испытания сварных соединений с помощью пульсатора. В частности, мне показали исследования крутильных колебаний коленчатого вала и разработку нового типа акселерометра (илл.12).

Вторая группа, направление которой основано на изучении физики твердого тела, также имеет три области специализации. После прохождения фундаментального курса физики студенты работают, в основном, в лаборатории. Последний год обучения посвящен дипломной работе. Я посетил лабораторию по изучению механических свойств металлов, возглавляемую известным специалистом в этой области профессором

Илл. 11. Автор и проф. А. И. Лурье с группой студентов

Н.Н. Давиденковым, и ознакомился с несколькими экспериментальными проблемами, связанными с различными причинами хрупкого разрушения, которые были в процессе исследования. Изучалось влияние типа кристаллической структуры, температуры и концентрации напряжений. По этому вопросу сотрудниками лаборатории опубликован ряд важных трудов.

Другие исследования касаются упругого последействия в различных металлах, изменения модуля упругости металлов при повторной нагрузке и разгрузке и изменения объема металлов при действии повторного нагрева и охлаждения. Значительная работа проводится в области изучения внутреннего трения при колебаниях и остаточных напряжений, возникающих в металлах при различных технологических процессах.

На меня произвела очень сильное впечатление та помощь, которую научные работники получают от сотрудника библиотеки. Такой библиотекарь не только знает иностранные

Илл. 12. Автору были показаны некоторые новые разработки в области конструирования приборов для динамических измерений

языки и следит за новыми периодическими изданиями, но он знает также научные направления, интересующие лабораторию, и может обратить внимание научных работников на новые публикации по их отрасли. Возможно, ни в одной другой стране научная литература не изучается так тщательно, как в России.

Мне говорили, что выпускники физико-механического факультета поступают на работу в качестве инженеров-исследователей или преподавателей. Подготовка инженеров-исследователей проходит не только в Москве и Петербурге, но также в крупных университетах в некоторых других городах. Например, во время моего посещения Технологического института в Харькове мне была показана большая, хорошо оборудованная лаборатория для глубокого изучения технической механики. Мне рассказали, что подготовка инженеров-исследователей по механике ведется также в Киевском университете.

Для подготовки инженеров-исследователей в нашей стране делается очень мало. Существует несколько инженерных школ, в которых эта подготовка ведется на последипломной

ступени, но число студентов, принимающих участие в этой подготовке, мало по сравнению с числом таких студентов в России. Для такой неблагоприятной ситуации имеется несколько причин. Часто американские школы не имеют ресурсов для того, чтобы обеспечить научным работникам возможность целиком посвятить себя научно-исследовательской работе и руководить молодыми научными сотрудниками.

Научная работа обычно финансируется некоторыми государственными учреждениями или частными предприятиями, и научный работник должен найти предмет для своих исследований таким образом, чтобы он представлял интерес для этого учреждения или отрасли промышленности.

Такой порядок не способствует непрерывности работы и стабильности положения ученого. Другая и, возможно, более важная причина заключается в недостаточном интересе американских инженеров к научной деятельности и в малом числе квалифицированных людей для руководства научной работой. В тех инженерных школах, где развиваются научные исследования в области современной механики, большинство преподавателей, которые руководят выпускниками, являются людьми с европейским образованием.

Академическая и научная деятельность не имеет в нашей стране того престижа, что в Европе, и лучшие молодые таланты обычно не выбирают для себя научной карьеры. Возможно, эта ситуация может быть исправлена путем развития усиленной подготовки по математике и естественным наукам в средней школе и интенсификации фундаментальной подготовки в университетах. Нет сомнения, что будущее инженерного дела неизбежно станет все более и более тесно связано с развитием чистой науки.

8. Подготовка диссертационных работ и ученые степени

Во время революции все ученые степени были ликвидированы, но в 1930 гг. они были восстановлены, а именно — были утверждены две степени: кандидат и доктор наук[32]. Для получения кандидатской степени требуется трехлетняя работа и представление диссертации. Докторская степень присуждается только тем, кто уже имеет кандидатскую степень, и при этом требуется представление докторской диссертации.

Не все высшие технические учебные заведения имеют право присуждения ученых степеней; это могут делать только институты, имеющие сильный преподавательский состав и достаточные условия для лабораторных исследований. Список таких институтов утверждается Министерством высшего образования.

Работа по подготовке соискателей ученых степеней проводится также различными научно-исследовательскими институтами, имеющими в своем штате известных ученых. Число присуждений ученых степеней в научно-исследовательских институтах значительно. Например, в 1956 году к подготовке диссертаций было привлечено более 9000 студентов, и примерно половина из них обучалась в научно-исследовательских институтах.

Учащиеся, работающие над кандидатскими диссертациями, называются "аспирантами". Число аспирантов в институтах и их распределение среди различных ученых также производится с одобрения Министерства высшего образования. Консультант, руководящий работой аспиранта, должен иметь должность профессора или докторскую степень. Обычно к одному руководителю прикрепляется не более пяти аспирантов.

Заявление о приеме в аспирантуру рассматриваются специальной комиссией, и внимание уделяется не только научной квалификации претендентов, но и их политической надежности. Только лица, собирающиеся работать в области теоретических наук — таких, как математика, механика, физика,— могут приступать к выполнению диссертационной работы сразу после окончания института. Тем же, кто собирается готовить диссертационную работу в какой-либо области техники, нужно иметь 2 года практического опыта в промышленности.

Т.к. положение профессора в России имеет высокий престиж, и работа в университете не сопряжена с той ответственностью и политическим риском, как в промышленности, число желающих обычно превышает число вакансий для аспирантов. Это особенно касается теоретических наук. При заполнении вакансий на специальности в области технических наук число желающих обычно много меньше, т.к. после 2 лет работы в промышленности молодой инженер имеет намного большую зарплату, чем стипендия аспиранта. Эта стипендия

равна 1000 рублей, а инженер после двух лет стажа может иметь ежемесячную зарплату до 2000 рублей.

Прием производится на основе вступительных экзаменов, на которых иногда очень большой конкурс. На вступительный экзамен выносятся три предмета: (1) — предмет специализации, (2) — иностранный язык и (3) основы марксизма-ленинизма.

Один преподаватель рассказал мне свою историю по поводу сдачи этого экзамена. Инженерно-строительный институт объявил три вакансии на специальность "Строительная механика". Было подано сорок три заявления. Экзамен по специальности был трудным, требования были выше, чем при обучении в институте, и прошли лишь шестнадцать человек из сорока трех.

На экзамене по иностранному языку требовалось написать очерк на заданную тему, и этот экзамен прошли только четверо из шестнадцати. На третьем экзамене никто из четырех кандидатов не был особенно силен, но все получили проходные баллы. Так как разницы в оценках не было, то все четверо были приняты и стали аспирантами в области теории сооружений.

В течение трех лет аспирантуры аспирант должен сдать экзамены по специальному предмету и двум родственным предметам. Программа этих экзаменов устанавливается факультетом. В добавление к этому каждый аспирант продолжает изучать иностранный язык и марксизм-ленинизм, и должен сдать экзамены по этим предметам. Последний год аспирантуры занимает подготовка диссертации. Это может быть работа теоретического или экспериментального характера; она должна показать компетентность аспиранта в своей области и "способность проводить самостоятельную научную работу, что должно быть выражено путем достижения в диссертации нового научного результата".

Институты имеют в своем бюджете специальные ресурсы для финансирования экспериментальных исследований. Иногда институты устанавливают прямые контакты с промышленными организациями и берут для своих работ темы, лежащие в сфере интересов производства. В таких случаях работа финансируется промышленностью.

В случае, если диссертация имеет узкую специализацию,

институтского оборудования может оказаться недостаточно. Тогда можно устроить дело так, чтобы проводить эксперименты в производственном научно-исследовательском институте.

Процедура присуждения кандидатской степени в России сложна. В индивидуальном порядке утверждаются два или более "оппонентов", которые изучают диссертацию и дают по ней отзывы. В дополнение к этому должен быть напечатан реферат диссертации, рассылаемый в различные научно-исследовательские и учебные институты, заинтересованные в предмете диссертации. Если отзывы оппонентов на диссертацию положительные, организуется публичная защита диссертации на открытом заседании ученого совета.

На этом заседании автор диссертации докладывает основные результаты своей работы, и как официальные оппоненты, так и присутствующие посторонние лица высказывают критические замечания по поводу диссертации. По окончании дебатов ученый совет решает путем тайного голосования, допускать или не допускать диссертацию к присуждению кандидатской степени.

Опыт показывает, что вследствие высоких требований к диссертационной работе только меньшинство аспирантов может удовлетворить предъявляемым требованиям в трехлетний срок. В большинстве случаев ситуация такова, что в течение трех лет сдаются все экзамены, но диссертация еще не готова.

В таких случаях аспиранту разрешается отложить защиту и начать преподавание без кандидатской степени. Все аспиранты получают некоторый опыт преподавания в течение срока аспирантуры, т.к. для каждого из них проведение нескольких лекций в присутствии членов руководства факультета является обязательным. Критика со стороны опытных преподавателей, которая обычно следует за такими лекциями, очень полезна для аспирантов.

Нужно заметить, что зарплата преподавателя, не защитившего свою диссертацию, несколько ниже, чем преподавателя, имеющего кандидатскую степень.

Чтобы получить докторскую степень, человек, имеющий степень кандидата, должен только написать и защитить свою

докторскую диссертацию. Никаких обязательных специальных курсов или экзаменов не требуется, но требования к докторской диссертации очень высоки. Это должна быть самостоятельная оригинальная работа, содержащая решение новых задач, и представлять собой значительный вклад в науку или инженерную практику. Степень обычно присуждается людям, уже известным благодаря своей научной или инженерной деятельности, и дает этим людям право занимать должность профессора в высшем техническом учебном заведении.

Указанная процедура представляет собой обычный путь получения докторской степени, но при этом возможны исключения. Например, ученый, известный своими выдающимися достижениями, может иногда получить докторскую степень без представления диссертации. В таких случаях создается специальная комиссия для изучения публикаций этого научного работника и подготовки доклада ученому совету. После этого совет должен решить, может или не может быть присуждена ученая степень без представления диссертации. Аналогичная процедура применяется, если рассматривается деятельность инженеров-практиков, имеющих выдающиеся достижения в промышленности. Нужно отметить, что во всех случаях присуждения докторской степени решение ученого совета не является окончательным.

Совет имеет полномочия лишь представлять рекомендацию к присуждению степени в Высшую аттестационную комиссию при Министерстве высшего образования. Эта комиссия, работающая под председательством министра высшего образования, имеет огромное влияние на научный уровень диссертаций.

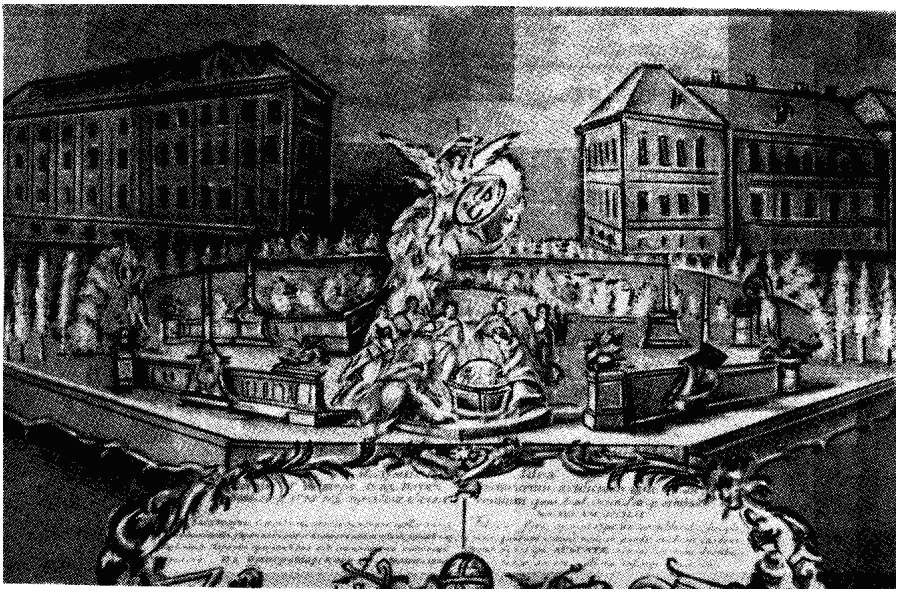
Сравнивая уровень подготовки квалификационных работ в русских и американских высших учебных заведениях, мы приходим к заключению, что русская кандидатская степень может считаться эквивалентной американской степени доктора философии. Русская докторская степень, естественно, выше, чем наша степень доктора философии. Требование о том, чтобы будущие профессора имели эту высокую степень, имеет в условиях России очень важное значение, т.к. высшие технические учебные заведения предназначены там не только для

учебных целей, но и для будущего развития инженерных наук. Часы, которые профессор проводит со студентами, очень ограниченны, что позволяет ему выделить достаточно времени для занятия научной работой.

9. Работа над диссертациями в научно-исследовательских институтах

Чтобы иметь представление о том, как осуществляется подготовка диссертаций в научно-исследовательских институтах, мы должны рассмотреть прежде всего работу в различных институтах Российской Академии наук, которая в настоящее время руководит большей частью исследований по всей стране.

Академия наук была открыта в России в 1725 году (илл. 13), и с самого начала имела в своем составе некоторых выдающихся ученых.



Илл. 13. Академия наук в восемнадцатом веке

Математика была представлена Даниилом Бернулли, а Л. Эйлер прибыл туда как адъюнкт в 1727 году. В 1728 году Академия начала издавать свои "Commentarii" [Ученые записки — прим. перев.]. Эти печатные издания вместе с аналогичными трудами Французской академии в Париже и Королевского общества в Лондоне были важнейшими научными публикациями в течение восемнадцатого века.

С самого начала Академия наук работала над проблемаи первостепенной важности для страны. В 1727-1730 годах уже работала первая астрономическая экспедиция на Севере России с целью выполнения астрономических измерений, требуемых для составления карт. Картографией заинтересовался Эйлер, и в 1737 г. Академией был издан первый российский географический атлас. В середине восемнадцатого века экспедиции Академии изучали сибирские провинции вплоть до Камчатки и Берингова пролива. Отчеты этих экспедиций имеют научную ценность даже в настоящее время. В 1766 году Л. Эйлер вернулся в Петербург после того, как он отсутствовал 25 лет и работал в Берлинской Академии, и вместе со своими учениками начал активную работу в области математики и ее приложений.

Конец восемнадцатого и начало девятнадцатного века были очень тяжелым временем для Академии. Российские финансы после наполеоновских войн были в расстроенном состоянии, и для поддержания лабораторий и музеев ресурсов Академии было недостаточно. Но со временем условия улучшились, и во второй половине девятнадцатого века деятельность Академии значительно активизировалась. Известный математик Чебышев основал сильную школу математики, в других областях также были выдающиеся ученые. Особенно быстро развивалась русская химия.

В течение последней четверти девятнадцатого века началось быстрое развитие российской промышленности. Вначале Академия наук не принимала большого участия в этом развитии, но к началу двадцатого века ситуация стала быстро меняться. В это время в составе Академии было много выдающихся русских ученых, и после некоторого увеличения финансовой поддержки Академия быстро расширила свою деятельность

как в лабораториях, музеях так и при организации различных экспедиций для изучения природных ресурсов страны.

С начала первой мировой войны многие члены Академии начали работать над проблемами, связанными с военной промышленностью. В 1915 г. была организована Комиссия по изучению экономических ресурсов страны. Основной целью комиссии было расширение деятельности Академии и поощрение сотрудничества с учеными, не связанными непосредственно с Академией. Таким образом, Академия стала организующим центром всей российской научной деятельности.

После революции коммунистическое правительство вначале не вмешивалось в деятельность Академии, и вплоть до 1929 года Академия продолжала свою деятельность почти так же, как в дореволюционное время. Но в 1929 году началось быстрое развитие индустриализации, и многие задачи потребовали научных исследований. Правительство решило использовать Академию как организующий центр для таких исследований. Такое вмешательство решительно изменило положение Академии, и больше не осталось научного общества, где его члены работали бы над проблемами по своему выбору. Она стала большой исследовательской организацией, которая теперь работает по программе, установленной правительством. Ученые, вместо того, чтобы выполнять свою индивидуальную работу, часто должны планировать и направлять деятельность групп сотрудников.

Чтобы обеспечить лучший контакт с правительством, Академия в 1934 году переехала из Петербурга в Москву. Так как характер многих задач был связан с техникой, в Академии было организовано отделение технических наук, и общее число ее членов значительно увеличилось. В 1925 году было 42 члена и 413 сотрудников. В 1957 году Академия имела 145 действительных членов, 319 членов-корреспондентов и 15424 научных сотрудника, из которых 7528 имели ученые степени доктора или кандидата[33]. Число академических научно-исследовательских институтов также значительно увеличилось, и в настоящее время Академия имеет более 100 таких институтов. Многие из них находятся в Москве и Петербурге, но Академия имеет свои институты и в других городах, иногда в отдаленных районах — таких, как Туркестан, Кавказ,

Урал и другие. Большой научный центр, филиал Академии, организуется в Новосибирске, далеко за Уральскими горами.

Начиная с 1929 года Академия принимает участие в подготовке выпускников высших учебных заведений к соисканию ученых степеней, причем создана специальная комиссия для отбора кандидатов в аспирантуру. Эта деятельность постоянно расширяется, и за период с 1946 по 1952 г. в академических институтах было защищено 588 докторских и 1587 кандидатских диссертаций.

В Москве я посетил два академических научно-исследовательских института: Институт механики и Институт машиноведения. Институт механики, которым руководит А.А. Ильюшин, известный специалист в области теории упругости и пластичности, представляет собой большое научно-исследовательское заведение, имеющее в штате более 300 сотрудников, из них свыше 60 имеют высшие ученые степени. Институт имеет шесть отделов: (1) — общей механики, (2) — аэродинамики, (3) — гидродинамики, (4) — волновой механики, (5) — теории упругости и пластичности и (6) — теории сооружений.
Из них я посетил два последних.

Отдел теории сооружений работает под руководством В.З. Власова, автора нескольких хорошо известных монографий по теории тонкостенных конструкций и теории оболочек. Там мне была показана интересная коллекция моделей, демонстрирующих устойчивость оболочек разных форм. Отдел упругости и пластичности возглавляется В.В. Соколовским, автором известной книги по теории пластичности. Я видел там экспериментальную работу в таких областях, как (1) — ползучесть металлов при высоких температурах при сложном напряженном состоянии, (2) — прочность металлов при высоких и низких температурах, (3) — характеристики пластичности металлов при разных комбинациях нагрузок и т.д.

Институт, в основном, занимается проблемами фундаментального характера, и его бюджет устанавливается каждый год. О качестве работы судят по институтским публикациям.

Аспирантура в институте очень хорошо организована. Во время моего посещения исследованиями занимались 40 аспирантов. Они работают в очень благоприятных условиях,

т.к. имеют не только очень компетентных руководителей, но также богатое оборудование.

В каждом отделе института проводятся семинары, где сотрудники могут присутствовать и обсуждать свою работу. Я имел возможность посетить семинар, на который была представлена работа по теории оболочек, и был удивлен, обнаружив, что присутствовало более 100 человек, и что за докладом, содержавшим изложение теоретической работы высокого уровня, последовала очень оживленная дискуссия.

При институте имеется ученый совет, который составляет отзывы об институтских публикациях и публикациях по механике других институтов. Эти отзывы принимаются во внимание при планировании институтского бюджета и тематики исследований на следующий год.

Институт машиноведения имеет организацию такую же, как и институт механики. Он занимается вопросами кинематики и динамики механизмов, прочности деталей машин и трения. Директор института А.А. Благонравов — известный специалист в области прикладной механики. Его имя часто упоминается в связи с русским "спутником". Он также занимает пост председателя отделения технических наук Академии, и, в основном, интересуется вопросами организации исследовательской работы в инженерных науках.

Чтобы иметь лучший контакт с промышленностью и практическими задачами, время от времени организуются конференции по некоторым специальным вопросам прикладной механики. Например, недавно была организована конференция по трению, вызвавшая широкий интерес, причем на ней присутствовало более 800 инженеров. В качестве другого примера я приведу конференцию, посвященную задачам механики в проектировании паровых турбин. Доклады, представленные на конференции, публикуются и распространяются среди инженеров родственных отраслей промышленности. Значительные усилия предпринимаются для устранения всякого разрыва между научными работниками и инженерами-практиками и при выборе тем научных исследований, наиболее необходимых производству.

В заключение я хочу отметить, что административные посты в научно-исследовательских академических институтах

занимают активные ученые, и вненаучный персонал занимает только подчиненное положение. Различного вида "координаторов" и "организаторов", не имеющих научного статуса, в этих институтах не существует.

Что касается возраста ученых в научно-исследовательских институтах, то мне говорили, что во многих важных институтах большинство из них моложе тридцати лет, так что исследовательская работа в настоящее время во многом в руках молодых людей.

В предыдущем обзоре рассматривалась деятельность Московской Академии наук. Аналогичные организации основаны в академиях наук других союзных республик — таких как Белоруссия, Украина, Грузия и другие. Сорок лет назад, в 1918 году, я принимал участие в организации Украинской Академии наук в Киеве. Это было незадолго до того, как Коммунистическая партия взяла власть. При обсуждении статуса Академии было решено придать ему несколько иной характер, чем в других европейских странах. Именно, было решено организовать при Академии несколько научно-исследовательских институтов, причем некоторые из них — технического направления. Предполагалось, что таким путем Академия будет более тесно связана с культурной и промышленной жизнью страны и не будет представлять собой только изолированную группу ученых.

Предполагалось также, что такая организация будет очень полезна для научной деятельности. В старые времена большая часть научных исследований выполнялась в лабораториях высших учебных заведений. Но факультеты высших учебных заведений были часто перегружены преподавательскими обязанностями, и это мешало расширению исследовательской работы.

Организация научно-исследовательских институтов Академии должна была дать возможность некоторым ученым посвятить научной работе все свое время, и несколько таких институтов было создано. Я стоял во главе Института прикладной механики, но в то время мало что удалось завершить. Политическая ситуация не благоприятствовала научной работе, и через год я покинул страну.

Этой весной, когда после 40 лет отсутствия я посетил Киевскую Академию снова, я нашел, что научно-исследовательские

институты, особенно в области прикладных наук, значительно расширили свою деятельность. Институт прикладной механики — один из самых больших в Академии. В этом институте сейчас проводятся важные исследования в области изучения механических свойств материалов, теории колебаний и строительной механики. Имеется также аспирантура, и институт принимает участие в подготовке инженеров-исследователей. Кажется, старые планы развивать технические исследования в Академии принесли большой успех.

В целом, идея. организации научно-исследовательских ин-.ститутов, штат которых может посвятить все свое время научной работе, и использования Академии как организующего центра научной жизни страны оказалась в России весьма плодотворной.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. См. статью автора в The Russian Review, July, 1956. [см. также Journal of Engineering Education, vol 49, № 2, November 1958. Материал обеих статей целиком вошел в настоящую книгу. Исторические сведения, частично использованные автором в настоящей брошюре, содержатся в книге: Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов.— М.: ГИТТЛ, 1957 (пер. с англ.) и в сборнике Тимошенко С.П. Прочность и колебания элементов конструкций.— М.: "Наука", 1975 .— прим. перев.].

2. Интересная информация о русских технических книгах и первых русских инженерных учебных заведениях можно найти в книге В.В. Данилевского "Русская техническая литература первой четверти восемнадцатого века", М.: АН СССР, 1954.

3. См., например, Louis Navier. Resume des Lecons... Paris, 1833, 2 ed, p. 27.

4. М.В. Остроградский после окончания Харьковского Университета приехал в Париж, где стал учеником Коши, Пуассона и Фурье. Он известен прежде всего своей работой по вариационному исчислению. В книге Тодхантера "История вариационного исчисления" мы находим целую главу, посвященную работе Остроградского. Он также выполнял исследования по динамике твердых тел и теории упругости. Особенно важными были его исследования распространения волн в упругих телах. Он был выдающимся лектором и был способен делать наиболее трудные математические вопросы понятными и интересными для своих слушателей. Его публичные лекции по различным математическим предметам всегда привлекали большую аудиторию. Кроме Института инженеров путей сообщения, Остроградский преподавал в различных других учебных заве-

дениях, и его влияние на развитие математики и механики в России было очень велико.

5. См. Журнал Главного управления путей сообщения, 1850.

6. Эта работа была опубликована в 1856-67 гг. в Санкт-Петербурге.

7. См. Annales des Fonts et Chaussees, 1856, vol. 12, p. 328.

8. См. Журнал Главного управления путей сообщения, 1846 и 1850.

9. Recherches Experimentales Sur 1'Elasticite des Metaux Faites a i'observatorie physique central de Russe, St. Petersburg, 1860, стр. 1-32 и 1-430.

10. См. History of the Elasticity and Strength of Materials, Cambridge, England, 1886, vol 1, p. 750.

11. Эта программа в известной степени реализована основателями Массачусетского технологического института.

12. Книга была переведена во Франции в 1916 году под названием: "Bases Theorique de 1'Aeronautique", Gautier Willars, Paris, 1916.

13. Работа Чаплыгина "О газовых струях" (Московский университет, 1902) сыграла очень важную роль при конструировании самолетов на современном этапе и была переведена на английский язык. См. NACA Techn. Memo, 1063, 1944.

14. Известия технологического института. Санкт-Петербург, 1877-1878.

15. Инженерный журнал, Санкт-Петербург, 1883, № № 1-4. Немецкий перевод: Neue Theorie der Reibung, L. Voss, Hamburg und Leipzig, 1887.

16. См. Записки Русского Императорского технического общества, февраль 1903 г. и последующие публикации в Журнале Министерства путей сообщения.

17. См. Annales des Fonts et Chaussees, 1894, 7 series, vol. 8, p. 256.

18. Число поступивших в 1907 году было равно 1300.

19. См., например, книги П. Ф. Папковича "Строительная механика корабля." Москва, 1947.

20. Некоторые русские инженеры, которые принимали участие в этом исследовании, позже переехали в Соединенные Штаты и работали в нашей стране как консультанты при разработке новых типов локомотивов и исследовании контактных напряжений.

21. Министерство высшего образования ежегодно публикует справочник, содержащий список высших учебных заведений и предметы, выносимые на вступительные экзамены.

22. В России имеются две ученые степени: степень кандидата, для которой требуются три года подготовительной работы и кандидатская диссертация, и докторская степень, требующая докторской диссертации. См. раздел 8.

23. Коммунистическая партия решительно пресекла растущее увеличение советских педагогов практикой, основанной на изучении детей — педологией, берущей свое начало в американских разработках в области детской психологии школьного обучения, психометрии, тестирования интеллекта и склонностей. Она осудила всю концепцию педологии, заявив, что ее применение вызывало направление большого числа детей в исправительные классы или специальные школы. См. A.G. Korol. Soviet Education and Technology. John Wiley & Sonc Inc. New York, 1957.

24. См., например, Ivan D. London. Paper, read at the Fifth Annual Conference on Comparative Education, New York University, April 25, 1958.

25. См. вышеуказанную книгу A.G. Korol'a

26. См., например, учебный план Московского высшего технического училища.

27. Мне показали широко распространенный курс физики в трех томах С.Э. Фриша и А.В. Тиморевой. Третий том содержит такие главы, как теория относительности, строение атома и квантовая механика.

28. Полная библиография русских публикаций "Строительная механика 1917-1957" опубликована Государственным издательством по строительству и архитектуре. Москва, 1957.

29. Библиография по этому вопросу дана в цитированном выше сборнике "Строительная механика 1917-1957". См. также книгу "Статика сыпучих сред" В.В. Соколовского, Москва, 1954.

30. Институт сварки, организованный Украинской Академией наук под руководством известного инженера-мостостроителя Е.О. Патона, стал особенно известен благодаря своей научной работе.

31. См. Surveys in Applied Mechanics, Jonh Wiley & Sons, 1958. [Русский перевод см. в книге: Гудьер Дж.Н., Ходж Ф.Г. Упругость и пластичность.— М.: ИЛ, I960.— прим. перев.]. В рассмотренном кратком списке книг помещающихся на книжной полке длиной в 1 фут, составленном Гудьером, большинство книг — русские. Они основаны на недавних российских исследованиях.

32. В дореволюционное время российские университеты имели две ученые степени: магистр и доктор. Инженерные учебные заведения имели одну степень — адъюнкт.

33. См. "Краткий очерк истории Академии Наук СССР" Г.А. Князева и А.В. Кольцова. Москва, 1957. Академия начала издание более полной истории, и первый ее том вышел в 1958 году.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию…….....5
Предисловие автора.....10
1. Историческое введение.....11
2. Общая организация высших учебных заведений……...……23
3. Условия приема 27
4. Учебные планы высших учебных заведений и методы преподавания……..34
5. Киевский политехнический институт и его учебный план по машиностроительным специальностям 37
6. Институт инженеров транспорта и учебные планы строительных специальностей 48
7. Подготовка инженеров-исследователей.....57
8. Подготовка диссертаций и ученые степени.....68
9. Работа над диссертациями в научно-исследовательских институтах.....73
Примечания.....79

ТИМОШЕНКО Степан Прокофьевич

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ

Обработка текста осуществлена с помощью компьютерных систем набора

Технический редактор *М.В. Чумак*
Корректор О.С. Лазеева

ЛР № 020917 от 27.09.1994 г.
Подписано в печать 25.11.97 Сдано в набор 19.11.97 г.
Бум. офсетная № 1 Ф-т 60х88/16 Печать офсетная
Усл. печ. л. 4,90 Уч.-изд. л. 4,62
Тир. 1250 (2-й завод 501-1250) экз.
Заказ 3892

Производственно-издательский комбинат ВИНИТИ,
140010, г. Люберцы, Московской обл., Октябрьский пр-т, 403.
Тел. 554-21-86